

| | |
|--|----|
| Tisztelt Kollégák! | 1 |
| MGE | |
| A Magyar Geofizikusok Egyesületének 1997. évi közgyűlése — A Magyar Geofizikusokért Alapítvány Kuratóriumának beszámolója az 1996. évi gazdálkodásról és az 1997. évi tervekről — Az Elnökség január 28-i ülése — A Magyar Geofizikusok Egyesülete szakmai munkája az EU-gyakorlathoz képest — A MTESZ Szövetségi Tanácsa elnökének levele a tagsághoz — A MTESZ-tagegyesületek szövívőinek értekezlete — Felhívás geofizikai szakmai továbbképzésre | 3 |
| SZAKCIKKEK | |
| Gravitációs lineamensek és a földrengéssel kapcsolata Magyarországon <i>Szabó Zoltán, Páncsics Zoltán</i> | 16 |
| Vertikális elektromos szondázások kiértékelése 1.5-D inverziós módszerrel <i>Gyulai Ákos, Ormos Tamás</i> | 25 |
| Szénhidrogén-tárolókban létrejövő formációkárosodás matematikai modellezése <i>Szűcs Péter, Robonyi András</i> | 30 |
| Komplex geofizikai kutatások a Budai Várban <i>Pattantyús-Á. Miklós, Hermann László, Prónay Zsolt, Törös Endre</i> | 37 |
| A LIPS2 hordozható lézer-indukált plazma spektrométerrel recsk-láhócai fűrómagmintákon végzett vizsgálatok eddigi eredményei <i>Andrássy László, Földessy János, Vihar Levente, Zelenka Tibor</i> | 44 |
| Klaszter analízis alkalmazása felszíni geofizikai adatok komplex értelmezésében <i>Kovácsvölgyi Sándor, Ocsenás Péter</i> | 59 |
| CIKKEK | |
| Javaslat mélyszeizmikus kéreg- és felsőköpeny-kutató szelvény elkészítésére DNy-Dunántúl térségében <i>Németh Gusztáv</i> | 67 |
| Hozzászólás Németh Gusztáv javaslatához <i>Posgay Károly</i> | 68 |
| HÍREK, BESZÁMOLÓK | |
| Látogatás Kunetz Géza otthonában — Az Erdélyi Magyar Tudományos Társaságról — Felhívás — Konferencia-előzetes | 70 |
| In Memoriam | |
| Trócsányi Gábor | 74 |
| Horváth Árpád | 75 |

38. évfolyam 1. szám



1997

CONTENTS

| | |
|---|----|
| Foreword of the Editors..... | 1 |
| MGE (Association of Hungarian Geophysicists) | |
| News..... | 3 |
| Geophysical Papers | |
| Gravity lineaments and earthquake distribution in Hungary <i>Z. Szabó, Z. Páncsics</i> | 16 |
| Interpretation of vertical electrical sounding curves with 1.5-D inversion method <i>Á. Gyulai, T. Ormos</i> | 25 |
| Mathematical modelling of formation damage in petroleum reservoirs <i>P. Szűcs, A. Robonyi</i> | 30 |
| Combined geophysical investigation on Buda Castle Hill <i>M. Pattantyús-Á., L. Hermann, Zs. Prónay, E. Törös</i> | 37 |
| First results of the investigations performed with the portable laser induced plasma spectrometer LIPS2 on core samples from Recsk-Lahóca <i>L. Andrásy, J. Földessy, L. Vihar, T. Zelenka</i> | 44 |
| The interpretation of ground geophysical data with the application of cluster analysis <i>S. Kovácsvölgyi, P. Ocsenás</i> | 59 |
| Papers | |
| Proposal to measure a deep seismic profile for investigation of the crust and the upper mantle in SW-Transdanubia <i>G. Németh</i> | 67 |
| Remarks about Gusztáv Németh's proposal <i>K. Posgay</i> | 68 |
| News and Reports | 70 |
| In Memoriam | |
| Gábor Trócsányi | 74 |
| Árpád Horváth | 75 |

A lapban megjelenő cikkek adatainak és állításainak helyességéért, illetve közölhetőségéért a felelősséget kizárólag a szerzők viselik.

MAGYAR GEOFIZIKA

Kiadja: Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.
Telefon: 252-4999
Felelős kiadó: dr. Bodoky Tamás igazgató
Lombos Nyomda Kft., Budapest — Felelős vezető: Juhász Péter



Előfizethető a Magyar Geofizikusok Egyesületénél 1371 Budapest, Pf. 433, telefon: 201-9815
Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében. Megjelenik évente négyszer.

HU ISSN 0025—0120

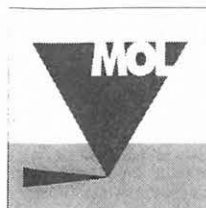
Főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás

Szerkesztő: Tóth Lajos

Szerkesztőbizottság: dr. Aczél Etelka, dr. Ferenczy László, Kakas Kristóf, dr. Szarka László,
dr. Várhegyi András, Verő László

A szerkesztőség címe: Budapest, II., Fő u. 68. (1371 Budapest, Pf. 433)

Telefon: 201–9815



MOL
MAGYAR OLAJ- és GÁZIPARI
Részvénytársaság

Ipar Műszaki Fejlesztéséért Alapítvány

Pro Renovanda Cultura Hungariae Alapítvány

Tisztelt Kollégák!

TÁJÉKOZTATÓ az Európa Biztosító Rt.-vel kötött biztosítási szerződésről

Az MTESZ és az Európa Biztosító Rt. között olyan szerződés van érvényben, mely szerint szerződő és a tagegyesületek által munkaviszonyban foglalkoztatott nem nyugdíjas dolgozókra, továbbá az MTESZ tagegyesületek legalább kettő hónapos tagsági viszonnal rendelkező nyilvántartott tagjaira az MTESZ biztosítást kötött az alábbi szolgáltatásokkal:

A biztosító kockázatviselése a világon bárhol, bárhol bekövetkező baleseti biztosítási eseményekre vonatkozik.

Szolgáltatások:

A biztosítási feltételek alapján a Biztosító

- baleseti eredetű halál esetén 40 000 Ft
- baleseti eredetű maradandó 30%–100% egészségkárosodáskor 100 000 Ft-nak az egészségkárosodás mértékével megegyező hányada összeget fizet ki.

Balesetből eredő maradandó egészségkárosodás mértéke végtagok ill. szervek teljes elvesztésekor:

- | | |
|--|------|
| • mindkét szem látóképességének elvesztése | 100% |
| • mindkét felkar, alkar vagy kéz elvesztése | 100% |
| • egyik alsó és felső végtag együttes elvesztése | 100% |
| • mindkét comb elvesztése | 100% |
| • mindkét lábszár elvesztése | 90% |
| • egyik comb vagy egyik felkar elvesztése | 80% |
| • egyik alkar vagy egyik lábszár elvesztése | 70% |
| • beszélőképesség elvesztése | 70% |

- mindkét fül hallóképességének teljes elvesztése 70%
- jobb kéz elvesztése (csuklón alul) 65%
- bal kéz elvesztése (csuklón alul) 55%
- egyik szem látóképességének teljes elvesztése 35%
- térd teljes mozgásképtelensége 30%

A biztosító orvosa állapítja meg a baleseti maradandó egészségkárosodás mértékét, a fenti táblázatban felsorolt esetekben azonnal, egyéb esetekben pedig legkésőbb a balesetet követő két éven belül.

Amennyiben a biztosított kedvezményezett nem jelöl, a biztosított baleseti halála esetén a haláleseti szolgálati összeg az együttélő házastársat vagy élet-társat, ilyennek nem léteben a biztosított örökösét illeti meg. A baleseti eredetű, maradandó egészségkárosodási összeg a biztosítottat illeti, feltéve, ha másként nem rendelkezett.

A biztosítottak vonatkozásában a személyükre szóló biztosítás a biztosítóval szemben támasztható minden igény nélkül megszűnik:

- ha a biztosítottnak a szerződővel, tagegyesülettel a munkaviszonya, illetve tagsági viszonya megszűnik,
- a biztosított halálával (a haláleseti szolgáltatás teljesítésével).

A biztosítási eseményt, a szolgáltatási igénnyel együtt a biztosítóhoz, annak bekövetkeztétől számított nyolc napon belül be kell jelenteni. Ha a biztosítási eseményt (szolgáltatási igényt) olyan

időben jelentették be, hogy emiatt lényeges körülmények kideríthetetlené váltak, a biztosító megtagadhatja a szolgáltatás teljesítését.

A szolgáltatásokhoz szükséges iratok:

- a szolgáltatás iránti bejelentés
- a munkáltató/tagegyesület igazolása a biztosított jogviszonyról
- a balesetet igazoló hivatalos okmány
- hatósági eljárás esetén a határozat
- halál esetén a halotti anyakönyvi kivonat
- amennyiben a kedvezményezett a biztosított örököse, az örököst megállapító közjegyzői vagy bírósági határozat.

A biztosító vállalja, hogy a biztosítottat, illetve kedvezményezettet megillető összeget a szolgáltatáshoz szükséges összes irat beérkezését követő 15 napon belül a biztosítottnak, illetve kedvezményezettnek közvetlenül kifizeti.

Mentesülések:

A balesetbiztosítási összeget a biztosító nem fizeti ki, ha bizonyítást nyer, hogy a biztosítási esemény:

- a kedvezményezett szándékos magatartásának következménye,

- a biztosított szándékos vagy súlyosan gondatlan magatartásának következménye,
- jogosítvány nélküli, vagy ittas állapotban történt gépjárművezetés közben következett be, és mindkét esetben a biztosított más közlekedésrendészeti szabályt is megszegett,
- bekövetkeztek a biztosított kábító, bódító szerek hatása alatt állt, vagy egyéb vegyi anyagot bódító szerként alkalmazott és a káresemény ezzel okozati összefüggésben következett be,
- azzal okozati összefüggésben következett be, hogy a biztosított olyan gyógyszert szedett, amelyet számára nem orvos rendelt,
- a biztosított súlyosan ittas állapotával okozati összefüggésben következett be,
- atommag szerkezetének módosulása, radioaktív sugárzás, vagy egyéb ionizált sugárzás miatt következett be,
- a biztosítottnak háborús eseményekben, valamilyen fél mellett történő aktív részvétele miatt következett be.

Budapest, 1997. január hó

*Az Európa Biztosító Rt.
tájékoztatóját beküldte:
Késmárky István*

A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETÉNEK 1997. ÉVI KÖZGYŰLÉSE

Közgyűlésünket akár vándorgyűlésnek is nevezhetnénk, hiszen április 4-én ismét új volt a helyszín, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet konferenciaterme. Nemcsak a megszokottnál valamivel kisebb helyiség miatt mondhatjuk, hogy zsúfolásig megtelt, mert a résztvevők száma ismét meghaladta a százat.

ORMOS Tamás elnök a megnyitó szavak után a MTESZ, a társegyesületek, a jogi tagok és a földtani hatóságok képviselőit — BIACS Péter alelnök (MTESZ), AMBRÓZY Pál elnök (Magyar Meteorológiai Társaság), CSÁSZÁR Géza főtitkár (Magyarhoni Földtani Társulat), PERTIK Béla (MOL Rt.), SZERDAHELYI Gábor (Geoinform Kft.), MAGYAR Balázs (Elgoscár Kft.), FARKAS István főigazgató (Magyar Geológiai Szolgálat), FÜST Antal elnökhelyettes (Magyar Bányászati Hivatal) — üdvözölte. Kimentését kérte FAZAKAS Szabolcs miniszter, NÁRAY-SZABÓ Gábor, az MTA főtitkár-helyettese és BÉRCZI István, a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke.

Az Egyesület 1997. évi tevékenységéből az alábbiakat tartotta kiemelésre érdemesnek:

- megőriztük működőképességünket és 1997-re is megvan a gazdasági alap,
- bővültek nemzetközi kapcsolataink, bár a régió geofizikai egyesületi vezetőinek találkozáját nem követte a várt lelkes tevékenység,

- sok fiatal, elsősorban egyetemista lépett be az Egyesületbe, ez mindenképpen öröndetes.

Az egy perces néma felállás ezúttal öt tagtársunktól való búcsút jelentett: BARTOS István, HORVÁTH Árpád, KASZNER Ernesztin, KILCZER Gyuláné FIEDLER Márta és STEGENA Lajos.

Napirendi pontra javaslat nem érkezett, a közgyűlés az előre megküldött napirendet elfogadta. Ezután BIACS Péter és AMBRÓZY Pál üdvözölte közgyűlést, illetve ŐSZ Árpád kérésének megfelelően felolvasták az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Köölaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztálya vezetése és tagjai nevében írt telefaxát.



BIACS Péter készül felszólalására, mögötte HALMAI János



ORMOS Tamás egyik utolsó elnöki teendője: megnyitja a közgyűlést

VERŐ László titkári beszámolója tartalmazott néhány új elemet a tagtársainknak megküldött írásos anyaghoz és a Magyar Geofizikában megjelent cikkekhez képest, hiszen az élet nem áll meg. A Titkárságon már egy gyorsabb számítógép segítségével teremthető kapcsolat a világgal az Interneten keresztül. Az MGE rövidítés, az embléma már védett, így ezeket egyedül Egyesületünk használhatja. Lezáratlan ügy (még a beszámoló írásának idején is) a kamarák, a szakértői engedélyek ügye. Ezért volt érdekes MECSI Józsefnek, a Mérnöki Kamara Geotechnikai Tagozata szervezőbizottsága vezetőjének tájékoztatója. Szerinte a geofizikusok három tagozathoz is csatlakozhatnak, a geotechnikai

mellett a bányászati és a gáz- és olajipari jöhet még szóba. Ezek a tagozatok április és május folyamán alakulnak meg. Az egyesületek által kiadandó szakértői engedélyek ügye szintén tisztázásra vár (a MTESZ később egy külön bizottságot hozott létre az illetékes minisztériumokkal való egyeztetés céljából). VERŐ László az Egyesület gazdasági helyzetének ismertetése után köszönetet mondott a támogatásért jogi tagjainknak — MOL Rt., GES Kft., Geoinform Kft., Elgoscár Kft., Geopárd Kft. és Geopolita Kft. — és megemlítette a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet nem anyagi támogatását is.



VERŐ László az ismertetés közben

Ezután JÁNVÁRI János, az Ellenőrző Bizottság elnöke részletesebben ismertette és elemezte az Egyesület 1996. évi gazdálkodását. Megemlítette, hogy az írásos beszámolóban szereplő adatok még annyiban módosulni fognak, hogy a Magyar Geofizika legutóbbi számának költségei a március 31-ig beérkezett számla alapján még ez előző évet fogják terhelni. Az Ellenőrző Bizottság szerint a gazdálkodás a törvényi feltételek betartásával biztonságos



JÁNVÁRI János a probléma komolyságának súlyát átérezve keresi az egy forintot

és stabil, átláthatóan és pontosan adminisztrált volt. Az írásos beszámolóban egy forint eltérés van a bevételek és kiadások különbözete és az eredmény között, ennek oka az, hogy a fillérre pontos elszámolás „egyszerűsítésénél” nem kerekítés, hanem a fillérek elhagyása történt.

Első hozzászólóként BODOKY Tamás, a Magyar Geofizika főszerkesztője tájékoztatót a lap helyzetéről. Az 1995-ös cikkszámot nem sikerült elérni, az akadémiai és ipari szférából kevés cikk érkezett. A szakcikkek mellett sok egyéb információ is megjelenik a lapban, ezek közül ki kell emelni az ACZÉL Etelka által szerkesztett tudománytörténeti sorozatot, amellyel pályázati támogatást is sikerült elnyerni.

ORMOS Tamás köszönetet mondott a főszerkesztőnek és TÓTH Lajos szerkesztőnek egész évi munkájukért.

PATTANTYÚS-Á. Miklós a jelenlegi szakértői engedélyek érvényességének lejáta utáni helyzetről érdeklődött, különösen azért, mert a jelentős kamarai tagdíj mellett a névjegyzékbe való felvétel sem olcsó, de lehet, hogy ezen felül még újabb terhet jelent majd a szakértői engedély.



PATTANTYÚS-Á. Miklós sötét háttér előtt világos választ vár

MECSI József nem tudott végleges választ adni, mert a tagozatok még nem alakultak meg, remélhetőleg júniusra tisztázódik a helyzet (június már közel van, de a tisztázódásnak még kevés jele látszik).

Miután több hozzászólás nem volt, ezután a közgyűlés az Elnökség és az Ellenőrző Bizottság beszámolóját elfogadta.

NEMESI László, a Magyar Geofizikusokért Alapítvány Kuratóriumának elnöke a 8 éve működő Alapítvány eredményeit és gondjait ismertette. Eredmény, hogy kamatból, a Magyar Geofizikusok Egyesületétől és magánszemélyektől — külön köszönet ezért KÉSMÁRKY István, NAGY Zoltán,

UNGER Zoltán és VINCZE Tamás tagtársainknak — összesen 3 677 790 Ft-ot kapott az Alapítvány. Szociális támogatásokra, a szeniorok rendezvényeire, a legjobb szakcikk jutalmazására és az Ifjú Szakemberek Ankétjának lebonyolítására és az ott kiosztott jutalmakra, vándorgyűlési részvétel támogatására és konferenciákon való részvétel költségeinek fedezésére, valamint bank- és adminisztrációs költségekre összesen 1 617 404 Ft-ot adtak ki. A lehetőségeket elsősorban a 36 év alattiak nem használták ki. A STEINER Ferenc könyvének kiadását támogató 250 000 Ft-ot a megjelenés csúszása miatt csak 1997-ben lehet átutalni.

Gondot jelent, hogy nincs hivatalos létminimum, erre pedig szociális támogatásnál szükség lenne. Ugyanakkor nem könnyű támogatásra szoruló tagtársaink felkutatása sem, ehhez NEMESI László segítséget kért. Nem könnyű a sokszor az utolsó pillanatban beérkező utazási támogatást kérő beadványok elbírálása. A kilenc kurátor öt városban él, elfoglalt emberek, a minden szempontot figyelembe vevő döntéshez idő kell. A kérelmeket feltételeken is be lehet adni: ha nem fogadják el a bejelentett előadást, akkor a megítélt támogatást nem lehet igénybe venni.

ORMOS Tamás a tagság nevében is köszönetet mondott a Kuratóriumnak áldozatos munkájáért.

Ezután következett a FERENCZY László, KISS Bertalan és PÁLYI András által előkészített és előzetesen minden tagtársunknak megküldött alapszabály-módosítási javaslatok vitája. A javaslatokat PÁLYI András terjesztette a közgyűlés elé. A hozzászólások két kérdéssel foglalkoztak. PATTANYÚS-Á. Miklós a jogi tag kifejezés helyett a támogató megnevezést javasolta. PÁLYI András válaszában egyrészt tisztázta, hogy a jogi tag nem szavaz és nem is választható, a jogi tagság pedig nemzetközileg is elfogadott fogalom. PERTIK Béla ezt kiegészítette azzal, hogy adózási szempontból is kedvezőbb a jogi tagság. NAGY Zoltán felvetésére rövid vita alakult ki arról, hogy felesleges-e a rendes tag megjelölés, hiszen Egyesületünknek csak rendes ember lehet a tagja. A válaszok arra mutattak rá, hogy mind a hazai, mind a nemzetközi gyakorlatban elterjedt a rendes tag megnevezés.

A közgyűlés mind az előterjesztett alapszabály módosításokat, mind a rendes tag megnevezés megtartását elfogadta.

JESCH Aladár a Jelölő Bizottság történelmi lépését ismertette, az Egyesület fennállása óta először — két úr társaságában — egy hölgyet is javasolt az alelnöki posztra. REZESSY Géza, a Szavazatszámoló Bizottság elnöke azonnal közölte az eredményt is. A szétküldött 622 szavazólapból 190 érkezett



JESCH Aladár történelmi bejelentést tesz

vissza és HEGYBÍRÓ Zsuzsanna már az első fordulóban megkapta a megválasztásához szükséges 50%+1 szavazatot.

A hivatalos eredményhirdetés után átalakult az elnökség. KÉSMÁRKY István alelnöki megbízatása lejárt és helyét HEGYBÍRÓ Zsuzsanna foglalta el. Az új alelnökre azonban még két feladat várt. Át kellett vennie ORMOS Tamástól a jókívánságokat és a virágcsokrot és meg kellett tartania székfoglaló beszédét.



Csoportkép, jobbról balra
HEGYBÍRÓ Zsuzsanna, a csokor, ORMOS Tamás

Bevezetésként Nobel-díjjal ugyan még ki nem tüntetett, de kiemelkedő geofizikus kolléganőiről beszélt, a sértődések elkerülése végett nevek említése nélkül. Azt a reményét fejezte ki, hogy hetvennyolc éves bányamérnök édesapjának arra a kérdésére, hogy hol folyik jelenleg geofizikai kutatás, a közeljövőben már vigasztalóbb választ tud adni. Megköszönte a támogató szavazatokat és megígérte, úgy igyekszik majd dolgozni, hogy ne azok sajnálkozzanak mandátuma lejártakor, akik rá szavaztak, hanem azok, akik nem így tettek.

Ezután ORMOS Tamás, immár alelnökként, a kitüntetések és jutalmakat adta át. Az indoklások és a kitüntetettek névsora:

„Ebben az évben két tagtársunk kap Renner János emlékérmét. Mivel az egyik kitüntetett, MÁRTON Péter szakmai tevékenységét az Egyed László, majd az Eötvös Loránd emlékérem átadása alkalmából már ismertettük, most csak azt soroljuk fel, mivel érdemelte ki ezt az újabb kitüntetést.

MÁRTON Péter az Egyesület delegáltjaként részt vett a Felsőoktatási Törvénytervezet Véleményező MTESZ Bizottságban. Megalakulása óta képviseli az Egyesületet a MTESZ Központi Oktatáspolitikai Bizottságban. Két cikluson át az Általános Geofizikai Szakosztály elnöke volt. Jelenleg a Tudományos és Oktatási Bizottság elnöke.

A Renner János emlékérem másik kitüntetettje UJFALUSY Antal.

A MOL Rt. Kutatási Művelési Mérnöki Irodájának nyugdíjasa, a Magyar Geofizikusok Egyesületének egyik alapító tagja. Egyesületünk megalakulásától — az 1956 és 1959 közötti kínai szénhidrogén-kutató expedícióban eltöltött három évet kivéve — folyamatosan, rendkívül aktív módon vett részt annak munkájában.

Kezdetben az Ifjúsági Csoport egyik vezetője és így az akkori egyesületi választmány tagja. Az 1960-as évek második felében a Nemzetközi Geofizikai Szimpóziumok szervezésében részt vevő magyar delegált.

Tevékeny és rendkívül hasznos munkát végzett a máig emlékezetes és nagy nemzetközi elismerést kiváltó 1985. évi EAEG-konferencia szervezésében és lebonyolításában.

1970-től 1985-ig az Egyesület Számvizsgáló, később az ebből alakult Ellenőrző Bizottságát vezette. Kedves egyéniségével és hatékony kapcsolatteremtő készségével rendkívül eredményesen tudta végezni töretlen lendülettel az egyesületi élet egyik talán legkevésbé látványos, de ugyanakkor nélkülözhetetlen feladatát.

Mint szakember, számos hazai és nemzetközi konferencia és szimpózium, valamint egyesületi rendezvény aktív előadójaként szerepelt.

Kiváló szakmai tudása és emberi adottságai révén Egyesületünk tagsága körében nagy tekintély, megbecsülés és tisztelet övezi.

Tevékenységét Egyesületünk korábban Emléklappal és Tiszteleti tagsággal jutalmazta.

Az Emléklaphoz általában nem szoktunk indoklást adni. Most azonban az Elnökség élt azzal az alapszabály biztosította lehetőséggel, hogy egyesületen kívüli személy is megkaphatja az Egyesület érdekében végzett tevékenysége elismeréséül az Emléklapot. Úgy éreztük, ilyen esetben illő néhány szóval ismertetni, mi is volt ez a tevékenység.



UJFALUSY Antal új szerepkörben nem szigorú ellenőrként, hanem kitüntetettként

Közismert, hogy Egyesületünk működése, a Magyar Geofizika megjelentetése lehetetlen lenne jogi tagjaink anyagi támogatása nélkül. Az sem titok, hogy legnagyobb támogatónk a MOL Rt. Tudjuk jól, hogy nagyon hosszú azon egyesületek, alapítványok listája, amelyek a MOL-hoz fordulnak segítségért. Abban, hogy a támogatottak valamivel rövidebb listáján a Magyar Geofizikusok Egyesülete már több éve szerepel, nagy szerepe van PERTIK Béla úrnak, akinek a közbenjárása nélkül — bármily megalapozott is kérésünk — sokkal kisebb esélyünk lenne az Egyesületünk működését és a Magyar Geofizika kiadását lehetővé tevő jogi tagdíjra. Ezt az Egyesület érdekében végzett tevékenységet ismerjük el az Emléklappal.

Az Emléklaphoz általában nem szoktunk indoklást adni. Most azonban az Elnökség élt azzal az alapszabály biztosította lehetőséggel, hogy egyesületen kívüli személy is megkaphatja az Egyesület érdekében végzett tevékenysége elismeréséül az Emléklapot. Úgy éreztük, ilyen esetben illő néhány szóval ismertetni, mi is volt ez a tevékenység.



PERTIK Béla átveszi az Emléklapot

Sokszor minden magyarázatnál világosabb egy hasonlat, így HALMAI Jánosról elég lenne annyit mondani: Ő a Magyarhoni Földtani Társulat

FERENCZY Lászlója. Ebben a minőségében a két egyesület számos közös rendezvényének előkészítésében, lebonyolításában vett részt és jelentősen hozzájárult azok sikeréhez. Úgy hallottuk, hogy már nem főtítár a Társulatban, a kapcsolat azonban nem szakad meg, hiszen az ifjú szakemberek rövidesen sorra kerülő ankétján ő lesz a geológiát képviselő zsűritag. Az Emléklapot azonban eddigi tevékenysége elismerésül, nem pedig lekenyerezésül kapja.

A Tudományos és Oktatási Bizottság 1996 legjobb elméleti cikkének KIS Márta: *Geofizikai adatok globális optimalizációja a simulated annealing módszer alkalmazásával* című cikkét találta, amely a Magyar Geofizika 37. évfolyamának 3. számában jelent meg.

A módszert szeizmikus refrakciós és vertikális elektromos szondázási adatokra alkalmazta. Megmutatta, hogy a refrakciós esetben az eredmény független a kiindulási modelltől, továbbá hogy a geoelektromos esetben az ekvivalencia problémája feloldható együttes inverzió alkalmazásával, végül hogy az L_1 -normán alapuló objektív függvény minimalizálásával kiugró adatokat tartalmazó adatszerkezből is előállítható a helyes megoldás, míg az L_2 -normával dolgozva nem.



ORMOS Tamás átadta, KIS Márta megkapta

1996 legjobb gyakorlati cikke TAKÁCS Ernő: *Az észlelési távolságtól függő amplitúdók analízise (AVO) és a hazai alkalmazás lehetőségei* című munkája, mely a Magyar Geofizika 37. évfolyamának 3. számában jelent meg.

A szerző irodalmi tanulmányai alapján először a közetfizikai alapokat, majd a módszert mint gázindikátort ismerteti. Ezután áttekinti magát az AVO analízist és a vele szemben támasztott követelményeket. Az AVO modellezésről és attribútum szelvényekről szóló részt egy hazai példa ismertetése követi. Az összefoglalásban a sikeres külföldi eset-

tanulmányokra utalva megállapítja, hogy az AVO analízis körütekintő alkalmazása eredményeket hozhat a hazai szénhidrogén-kutatás területén is.

Emléklapot kapott még: BARANYI Péter, BONCZ László, KERESZTES N. Tiborné és LÖRINCZNÉ ÁBRAHÁM Katalin.

Egyesületi jutalomban részesül: BARANYAI Pál, BODRI Bertalan, CZIPÓ László, JÁNVÁRINÉ KÁNTOR Ilona, LÁSZLÓ Csaba, MILÁNKOVICH Andrásné, MÓDLY Lászlóné, PETHŐ Gábor, TÖRKÖLY József és VÁRHEGYI András.

A kitüntetések átadását egy, az alapszabályban nem szereplő, de mégis évente — jogosan — megismétlődő esemény követte, az elnökből alelnökké lett ORMOS Tamás köszönetet mondott BELLÉR Évának és SZIKORA Hildának egész évi munkájukért.

Mielőtt az új elnök, PÁLYI András, immár elnökként, bezárta volna a közgyűlést, szólásra jelentkezett POSGAY Károly. Szükségesnek érezte, hogy megemlékezzék STEGENA Lajos munkásságáról és javasolta, új iránti fogékonyságát állítsuk példaképpül a fiatal kutatók elé, mégpedig azzal, hogy az Egyesület egy Stegena Lajos emlékermet alapít fiatal kutatók számára.



POSGAY Károly STEGENA Lajosról beszél

ORMOS Tamás megköszönte a méltató szavakat és a javaslatot, majd reményét fejezte ki, hogy nem vált méltatlanná az alelnökké választásakor belé helyezett bizalomra és vállalta, hogy tisztségtől függetlenül is az Egyesület rendelkezésére áll.

PÁLYI András elnökként először a múltat tekintett vissza, amely a jelenlegi kiegyensúlyozott egyesületi élet alapját teremtette meg, majd a közelebbi és távolabbi jövő teendői közül emelte ki a legfontosabbakat. Rövidesen sor kerül az Ifjú Szakemberek Ankétjára, majd a soproni vándorgyűlés lesz a következő jelentős hazai esemény. Közben



PÁLYI András visszatekint és
jövőbe mutat



Ketten a résztvevők közül,
ÁDÁM Oszkár és MÜLLER Pál

pedig nemzetközi események követik egymást és fontos lenne nemcsak részt venni ezeken, hanem nemzetközi egyesületek tagjaivá is válni. A kamarák és a szakértői engedélyek kérdése még sok munkát fog adni. Megköszönte tagtársainknak a részvételt, majd a közgyűlést bezárta.

A geofizika és a közgyűlés helykereséséhez csatlakozott a baráti vacsora is. A résztvevők túlnyomó részének ismeretlen Columbus étteremben töltöttek el tagtársaink néhány kellemes órát.

Verő László

A MAGYAR GEOFIZIKUSOKÉRT ALAPÍTVÁNY KURATÓRIUMÁNAK BESZÁMOLÓJA AZ 1996. ÉVI GAZDÁLKODÁSRÓL ÉS AZ 1997. ÉVI TERVEKRŐL

Kedves Kollégák !

Alapítványunk fennállásának nyolcadik évét kezdi meg. Mint tudják, 1990. április 6-án döntött egyesületünk Elnöksége az Alapítvány létrehozásáról. A 300 000 Ft-os alaptőke mára 15 millióra gyarapodott. Az első években még a természetes és jogi személyek adományai voltak a legjelentősebb tételek a növekményben, de ma a kamatbevételek ezt közel egy nagyságrenddel múlják felül. Az okok is közismertek. Egyrészt a támogatások csökkenése a geofizikusokat foglalkoztató intézmények elszegényedésével magyarázható, másrészt azzal a törvénnyel, amely az állami intézmények számára megtiltotta az alapítványok támogatását. A mérleg másik serpenyőjében viszont a magas infláció és az ezzel összefüggő magas kamatok említhetők.

Az 1996. évi bevételeink a fentiekkel összhangban a következőképp alakultak:

| | |
|------------------|---------------------|
| Kamatbevételek: | 3 285 790 Ft |
| MGE: | 300 000 Ft |
| Magánszemélyek: | 92 000 Ft |
| <i>Összesen:</i> | <i>3 677 790 Ft</i> |

A támogatást ezúton is szeretnénk megköszönni mind a Magyar Geofizikusok Egyesületének, mind

UNGER Zoltán, dr. KÉSMÁRKY István, NAGY Zoltán és VINCZE Tamás tagtársainknak.

Az alapító okirat szerint az ott rögzített célokra felhasználható összeg az alaptőke hozadéka. Mint az előző évi beszámolóból ellenőrizhetik, ez az 1996. évre 3,1 millió forint volt. Ennek felhasználását tervezte meg első ülésén az egy éve választott Kuratórium. A tervezett teljes összegre azonban nem volt igény. Elsősorban a 36 éven aluli kollégák nem jelentkeztek, hogy támogassuk a továbbfejlődésüket szolgáló képzések, tanulmányutak, konferenciák költségeit. A szociális támogatásokra, szeniorok rendezvényeire, a magyar szakmai folyóiratokban megjelenő legjobb cikkek támogatására és az ifjúsági ankét támogatására szánt összegeket a tervezett célokra igénybe vették.

Az 1996. évi kiadások tételesen:

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Ifjú Szakemberek Ankétja: | 102 000 Ft |
| Vándorgyűlés (3 ifjú kolléga): | 45 000 Ft |
| Szenior rendezvények: | 154 409 Ft |
| Szociális támogatás: | 795 000 Ft |
| Tanulmányok díjazása: | 50 000 Ft |
| Konferenciaköltségek: | 358 890 Ft |
| Bankköltségek: | 2 579 Ft |
| Működési költség, adminisztráció: | 109 526 Ft |
| <i>Összes kiadás 1996-ban:</i> | <i>1 617 404 Ft</i> |

A kiadásokhoz az alábbi magyarázatokat, megjegyzéseket fűzzük:

- Külföldi konferencián való részvételében támogattuk NYÁRI Zsuzsát, NEDUCZA Boriszlávot, PRÓNAI Zsoltot, KOVÁCS Pétert és SÜLE Sándort.
- A jelenleg érvényes adótörvények szerint Alapítványunk a *rászorulóknak* olyan szociális támogatást nyújthat, amely adómentes, ha a rászorultság ténye fennáll. Dr. ACZÉL Etelka tagtársunk, aki Kuratóriumunknak és az MGE Szeniorok Bizottságának is tagja, évek óta rendkívüli erőfeszítéseket tesz e kérdés törvényességének biztosítására és a rászorultak felkutatására. Sajnos a Statisztikai Hivatal és más szervek sem adnak egyértelmű felvilágosítást, különösen nem írásos véleményt, hogy hol van a rászorultság határa, mennyi az egy főre eső létminimum összege stb. Ezért azután egyfelől olyan kiadványok adataira támaszkodunk, mint pl. a Nagycsaládosok Országos Egyesületének közleményei, másrészt igyekszünk tekintettel lenni rászoruló tagtársaink tényleges jövedelmére és tényleges gondjaira. Ezekben a kérdésekben azonban nyomatékosan kérjük mindenki megértését és támogató segítségét, hogy segíteni is tudjunk, ahol kell és a törvényességet is megőrizhessük.
- Végül meg kell még említenünk, hogy az Alapítvány még 1996-ban úgy döntött, hogy támogatja STEINER professzor könyvének kiadását az Akadémiai Kiadónál, amely az ifjú szakemberek oktatásában és továbbképzésben (pl. a doktoranduszképzésben) kap kiemelkedő szerepet. A könyv azonban nem jelent meg az elmúlt évben, ezért a kiadással kapcsolatos anyagi igény is csak 1997-ben fog jelentkezni.

Az 1997. évi terveink a következők:

Ifjú szakemberek továbbképzése,
konferenciák: 1 300 000 Ft

| | |
|---|----------------------|
| Ifjúsági Ankét: | 200 000 Ft |
| Szociális támogatások: | 1 000 000 Ft |
| Szenior rendezvények: | 200 000 Ft |
| Tudományos cikkekért: | 100 000 Ft |
| Steiner-könyv: | 250 000 Ft |
| Egyéb: | 200 000 Ft |
| <i>Összesen tervezett kiadás 1997-re:</i> | <i>3 250 000 Ft,</i> |

ami nem haladja meg az 1996. évi kamat bevételeket.

A tervezett kiadásokhoz egyetlen megjegyzést kell fűznünk a viszonylag magas, és 1996-ban sem kimerített ifjúsági továbbképzési költségekhez, konferenciaköltségekhez. Itt azt latolgattuk, hogy ma már előfordul: tehetséges doktoranduszok, utolsó éveiket az egyetemi padokban töltő emberek kerülhetnek olyan helyzetbe, hogy anyagi problémák miatt a továbbtanulásuk kerülhet veszélybe. Rajtuk is szeretnénk segíteni (pl. ösztöndíjjal), de csak a két geofizikai tanszék javaslatai és támogatása alapján.

Megemlítjük még, hogy a jelenlegi pénzkészletünk kereken 15 millió forint.

Végül továbbra is kérjük, hogy a konferenciákhoz nyújtandó támogatást kérők (tekintve, hogy a kuratórium negyedévenként ülésezik) legalább egy negyedévvvel előbb jelentsék be igényeiket, hogy korrekt döntéseket hozhassunk. Nem szükséges megvárni az előadást elfogadó dokumentumot, enélkül (de a többi feltétel teljesülése esetén) feltételeken megszavazhatjuk a támogatást, és a Kuratórium pedig felhatalmazhatja az elnököt, hogy ha ez az utolsó feltétel is teljesül, akkor kiadhatja a kuratórium hivatalos, pozitív nyilatkozatát.

Végül szeretnénk megköszönni a minket támogató bizalmukat és kérjük további segítségüket, javaslataikat munkánkhoz, hogy szolgálhassuk Önöket.

Budapest, 1997. április 4.

Nemesi László,
a Kuratórium elnöke

AZ ELNÖKSÉG 1997. JANUÁR 28-I ÜLÉSE

Arra kérem tisztelt Tagtársainkat, hogy mielőtt belefognak ennek a rövid beszámolóban elolvasásába, elevenítsék fel közgyűlési emlékeiket (remélem, sokan vesznek majd részt rajta és így sokuknak lesz kellemes emlékü). Így talán sikerül áthidalni azt a kissé furcsa helyzetet, hogy az elnökségi ülésen — így a beszámolóban is — jövő időben esik szó egy sor olyan dologról, ami az olvasás idejére már elmúlt, lezajlott eseménnyé változik.

Alig múltak el a karácsonyi ünnepek és az évkezdés zaklatott napjai, Elnökségünket máris szólította a kötelesség: a közgyűlés összehívásával kapcsolatos teendők elvégzése. Ez volt az első napirendi pont. A bevezetőben említett kérés teljesítése után Tagtársaink eldönthetik, jól választottuk-e ki a helyszíneket, elég alapos volt-e az előkészítő munka, jól dolgozott-e a FERENCZY Lászlóból, KISS Bertalanból és PÁLYI Andrásból álló alapszabály felülvizsgáló ad hoc bizottság. A

Jelölő Bizottság minden bizonnyal megfelelő jelölteket talált az alelnöki posztra, nehézséget legfeljebb a három jó közül a legjobb kiválasztása okozhatott Tagtársainknak. Nem feledkeztünk meg arról sem, hogy a közgyűlésen szerény jutalmak kiosztására is sor kerül, kértük a szakosztályok és területi csoportok javaslatait.

Az ülés nyugodt menetét néha megengedhetetlen fegyelmetlenség zavarta meg. Néhány tagtársunknak az ülés közben is támadtak ötletei ahhoz, hogy a MOL Rt. Közkapcsolati Irodájának a jogi tagdíjjal kapcsolatban írandó levélbe még mit lehetne belevenni. Egyetlen mentségük, hogy már a beszámoló idején is múlt időbe tehetjük: megérkezett a MOL Rt. jogi tagdíja, amit ezúton is köszönünk és a jelek szerint jól sikerült levélben leírt tevékenységünkkel igyekszünk meghálálni. Egy köszönettel tartozunk még 1996-ról is. A GES Kft. korábban átutalt jogi tagdíját év vége felé egy újabb összeggel egészítette ki. Emögött minden bizonnyal egy gazdaságilag sikeres év áll, hasonló kívánunk 1997-re is (természetesen nem önzetlenül).

A sok múlt idő után következik ismét egy jövő idő. Ugyanis valószínűleg csak ennek a lapszámnak megjelenése után fog Egyesületünk tudomást szerezni arról, milyen sikerrel járt kérésünk a személyi adó 1%-ának felajánlásával kapcsolatban. Most is csak megismételni tudjuk az ülésen utólag jóváhagyott levélben írtakat: azoknak, akik Egyesületünkre gondoltak, köszönjük, akik pedig másnak ajánlották fel, minden bizonnyal jó okuk volt erre. Csak azt sajnáljuk, ha valaki nem élt ezzel a lehetőséggel és így ez a kis hányad is oda ment, ahova a többi adónk.

Döntöttünk arról, hogy az Egyesület a társult egyesületi státusz mellett továbbra is fizet „jogi tagdíjat” az EAGE-nek. Így a folyóiratok mellett az éves konferencián való kedvezményes regisztrálásra is jogosultak leszünk. Egyetlen kis hiba történt. Bár az Elnökségben vannak az „EAGE-hez közelálló körök”, a Titkárság nem tudott arról, hogy a tavalyi 400 helyett idén 600 gulden ez a díj. A hiányzó összeget pótlólag átutaltuk, így minden rendben lesz.

Az Elnökség ismét foglalkozott a külföldi egyesületek egyéni tagdíjainak kérdésével, de erre még vissza kell térnünk.

A következő napirendi téma talán azok számára a legfontosabb, akik szeretnének barangolni az Internet információs országútján (ez nagyon szép,

nem én találtam ki), de nem jutnak könnyen hálózatra kötött számítógéphez. A Titkárság gépe, ha egyelőre lassan is működik, rajta van már a hálózaton és Tagtársaink rendelkezésére áll. Az egyesületi honlap továbbfejlesztése, friss tartalommal való feltöltése megoldatlan. Átmenetileg a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszéke nyújt segítséget.

KISS Bertalan elvileg a szolnoki ankétról számolt be, fondorlatos módon azonban azt is megemlíttette, hogy a következő ilyen ankét, mégpedig a kőolaj- és földgáz-integrációról, 1997. november 27–28-án lesz.

Még szerencse, hogy a március 6–7-én Miskolcon rendezendő tudományos ülés szervező bizottságának több tagja is jelen volt, mert az Elnökség alaposan megváltoztatta a tervezett programot. Nem a TAKÁCS Ernő professzor 70. születésnapja alkalmából tartandó szakmai előadásokét, hanem az ott tartandó elnökségi ülést. Végül is mindenki elfogadta, hogy a közelgő közgyűlésre való tekintettel nem lehet rövid ülést tervezni, ezért március 5-én, délután találkozzunk legközelebb, Miskolcon.

Utólag áttekintve az Egyebek címszó alatt elhangzottakat kiderül, hogy azok nagy része gazdasági jellegű. Kérünk támogatást a MTESZ-től, ugyanonnan utazási támogatást is, a Magyar Geofizika számára pedig a Pro Renovanda Cultura Hungariae Alapítványtól. Jóváhagytuk három új tag felvételi kérelmét és tudomásul vettük kettő kilépését. Döntöttünk arról, hogy levélben kérjük HAVASS Miklóst, a MTESZ elnökét, annak támogatására, hogy a kamarákkal le nem fedett szakterületeken a szakértői papírok kiadásának joga maradjon az egyesületeknél, így a Magyar Geofizikusok Egyesületénél is.

Az ülés lezárásaként került sor egy napirend utáni pontra. ORMOS Tamás elnök az Egyesület nevében 70. születésnapja alkalmából felköszöntötte JESCH Aladárt, a Jelölő Bizottság elnökét, aki ezt őszinte meglepetéssel fogadta, 70. születésnapját ő ugyanis éppen öt évvel korábban ünnepelte.

Csak azért, hogy az olvasónak legalább egy szilárd pontja legyen, amihez viszonyíthatja a múltat és jelent: a beszámolót 1997. február 25-én készítette

Verő László



1997. március 18-án a MTESZ TÁRSÁK VAGYUNK címmel EU-munkanapot szervezett. Két másik egyesület mellett a Magyar Geofizikusok Egyesülete is felkérést kapott egy előadás megtartására. A témát és a címet a szervezők választották, az előadást VERŐ László tartotta. Az alábbiakban ennek csak a feltétlenül szükséges mértékben módosított szövegét közöljük. Így maradnak benne szakmai „pontatlanságok”, mindenki által ismert tények is.

Valahányszor azt hallom, hogy Magyarország tart Európa felé, közeledik Európa felé, rémület fog el. Ugyanis kollégáim, akik ilyesmivel foglalkoznak, sokszor elmondták nekem, hogy hazánk egyes részei, ha nem is a felszínen lévő, hanem egy kicsit mélyebben fekvő kőzetek valaha az afrikai lemezhez tartoztak, mások pedig az európaihoz. Az ehhez a jelenlegi helyzethez vezető lemeztektonikai folyamatokat természetesen nem óhajtom ismertetni, azt azonban e nélkül is el tudják képzelni, hogy milyen következményekkel jár, ha egy akár csak több ezer négyzetkilométeres lemezdarab tart valahová vagy közeledik valamihez. Arról nem is beszélve, semmi biztosíték sincs arra, hogy a lemezhatárok egybeesnek az országhatárokkal, így esetleg nem az egész ország tart vagy közeledik Európa felé. Rémületemnek van azonban még egy oka. Kollégáim azt is elmondták, hogy ezek a folyamatok évmilliók alatt játszódtak le és én úgy gondolom, ennél valamivel gyorsabb előrehaladásra lenne szükség.

Komolyra fordítva a szót, azt szeretném röviden elmondani, mennyire „európai” a Magyar Geofizikusok Egyesületének szakmai tevékenysége, ami persze a magyar geofizikusok szakmai tevékenységét jelenti elsősorban. Előre kell bocsátanom, hogy kis szakmáról van szó, Egyesületünk taglétszáma alig haladja meg a 600-at. Európaiságunkat bizonyítandó azonnal pótolom egy mulasztásomat és bemutatkozom. Túl sok időt venne igénybe mindenkinek személyesen átadni névjegyemet, így inkább kivétem a *European Association of Geoscientists & Engineers* által számomra készített névjegyet. Ez valóban az egyik névjegyem, ennek az európai szervezetnek tisztségviselője vagyok. Most azonban nem ebben a minőségemben fogom dicsérni a Magyar Geofizikusok Egyesületét, hanem magyar szempontból, ennek az egyesületnek titkáraként beszélek, mert az év 365 napjából azért legfeljebb 10–15 napon át első állásom az, ami a névjegyem szerepel.

Mivel legtöbb szó a *European Association of Geoscientists & Engineers (EAGE)*, korábban *European Association of Exploration Geophysicists (EAEG)* nevű egyesületről esik, annyit el kell mondanom róla, hogy 1951-ben alapították, jelenleg több mint 4700 tagja van. A névvel kapcsolatban mindjárt meg kell említenem egy talán meglepő dolgot. Az EAGE egyik folyóiratának, a *First Break*nek januári számában az elnök — aki ebben az évben török nemzetiségű — cikket írt arról, mit jelent az egyesület nevében az európai szó és egy értelmező szótár definíciójából kiindulva adja meg a magyarázatot. Ki hitte volna, hogy ilyen probléma is felmerülhet! Ha már az elnököknél tartunk, hadd mutassam meg ezek névsorának egy részletét, amelyen éppen egy magyar név is szerepel. Nem azért szakad meg a névsor éppen egy magyar elnöknél, mert megszűnt az egyesület, hanem azért, mert 1995. január 1-jén jött létre az EAGE és ezzel új névsort kezdtek. Nemcsak ebben a kiragadott részletben, hanem az egész névsorban sem lehet az egy jugoszlávon és magyaron kívül más kelet-, ill. közép-európaiat találni. Ha az évenként megrendezett konferenciák színhelyeit nézzük, akkor hasonló képet látunk, Belgrád és Zágráb mellett csak Budapest szerepel ebből a régióból. Szeretném felhívni a figyelmet a budapesti konferencia időpontjára: 1985. Akkor nem mi mentünk Európába, hanem Európa jött el hozzánk.

Kapcsolataink természetesen nem merülnek ki a felsoroltakkal. Amikor 1990-ben megújítottuk Egyesületünk alapszabályát, tudatosan az EAEG alapszabályát vettük mintának. Ez is hozzájárulhatott ahhoz, hogy elsőik között kötöttünk társulási megállapodást az EAEG-vel, majd az EAGE-vel is. Ennek szövege a Magyar Geofizika 1996. évi 1. számának 16. oldalán olvasható.

A sokat emlegetett egyesület mellett persze vannak más európai geofizikai egyesületek is. Ezekkel valamivel lazább a kapcsolatunk, de Egyesületünk minden évben 10 tagját delegálja a *European Geophysical Society*-be, és az *Environmental and Engineering Geophysical Society* Olaszország, Franciaország, Dánia és Spanyolország után 1999-ben hazánkban rendezi konferenciáját. Természetesen Egyesületünknek is van WWW honlapja.

Bizonyára sokan tudják, hogy a geofizika kissé magyar tudomány, hiszen az alkalmazott geofizikában, például a szénhidrogén-kutatásban a XX. század első harmadában az EÖTVÖS Loránd által

megalkotott torziós inga fontos és úttörő szerepet játszott. Érdekes módon ez az elismerés szinte újra-éledt az 50-es és 60-as években, amikor magyar kezdeményezésre a szűkebb régió országai évente nemzetközi szimpóziumot szerveztek. Ebben persze az is szerepet játszott, hogy Egyesületünk már 1954-ben megalakult, míg jó néhány környező országban, de az Európai Unió több tagországában sincs önálló egyesülete a geofizikusoknak. Ez derült ki tavaly is, amikor Egyesületünk kezdeményezte a hazánkkal szomszédos hét ország, valamint Csehország és Lengyelország geofizikai egyesületi vezetőinek találkozóját. Reméljük, ezzel ismét elkezdődött valami, most már más keretek között, amely fontos szerepet tölthet majd be a régió földtudományainak fejlődésében. Fontosságának megfelelően erről az eseményről is hírt adott az EAGE hírlevele.

Mint említettem, a geofizika kis szakma, ráadásul az alaptudomány — műszaki tudomány kategóriákba is nehezen sorolható be, bár lehetőségünk van az euro-mérnöki oklevél megszerzésére is. Milyen alaptudós az, aki térdig érő sárban próbálja indulásra bírni terepi mérés közben elakadt gépkocsiját, vagy milyen műszaki tudós az, aki egész életét az integrálegyenletek megoldásának szenteli? Így aztán a geofizika kimaradt az utóbbi idők egy fontos előrelépéséből, a kamarák megalakulásából. Lelkiismeret-furdalást éreztünk és elnökünk a feltehetőleg legrendezettebb jogviszonyú ország testvéregyesületéhez, a *Deutsche Geophysikalische Gesellschaft*hoz fordult azzal a kéréssel, árulják el nekünk, mi a helyzet Németországban. Már az is feltűnt, hogy a választ a *Berufsverband Deutscher Geologen, Geophysiker und Mineralogen* nevű szervezettől kaptuk, a tartalom azonban még meglepőbb volt. Remélem, nem követek el levéltitok-sértést, ha két részlet fordítását közreadom.

„A német kamarai rendszer történelmileg épült ki, azaz olyan időben dolgozták ki, amikor még senki sem gondolt arra, hogy geológusok és geofizikusok valaha szakértői irodákat fognak fenntartani. Ezen oknál fogva nálunk egy geo-iroda kérheti az önkéntes tagságot valamelyik mérnöki kamarától. Ha a „mérnök szakértő” címet akarja valaki viselni, el kell nyernie (és fizetnie kell) a teljes jogú tagságot (ami az „állami mérnöklistára” való felvételhez kötődik). Geológusok vagy geofizikusok részére nincs nálunk kamara. Egy új kamara létrehozásához a foglalkoztatottak száma túl kicsi. Olaszországban azonban létezik egy szakértőként ténykedő geológusok kamarája is.” Úgy látszik, rossz országot választottunk.

Vigasztalólag hangzik azonban a másik részlet:

„Jelenleg még nem dőlt el, hogy az európai vonat merre fog menni. A német kamarai rendszer az Európai Unióban egyedülálló és valószínűleg hosszú távon nem tartható fenn jelenlegi formájában. Azonban nem akarok találgatásokba bocsátkozni.” Lehet, hogy lelkiismeret-furdalás helyett büszkeséget kellene éreznünk, hogy nem végeztünk felesleges munkát és nem szálltunk rossz vonatra.

Másik fontos terület, amely az Európai Unióhoz való csatlakozás esetén kritikus lehet, a minőségbiztosítás. Itt is irigykedve gondoltunk azokra a szakmákra, amelyek elég erősek anyagilag és szellemileg egyaránt, hogy saját jogszabályaikat kidolgozzák. Nekünk, mármint a geofizikus szakmának, csak javaslatokra tellett ez idáig és nem is a geofizikai szolgáltatások teljes körére. Több francia intézmény készítette el a *Code of practice* című dokumentumot (ez a kiadvány megtalálható az *Eöt-vös Loránd Geofizikai Intézet* könyvtárában vagy valamelyik geofizikusnál, aki éppen szerződéskötési segédanyagként használja), amelynek ajánlásait mi is igyekszünk alkalmazni. Ez a dokumentum ugyan az ISO-szabványokon alapul, de ezt a rangot még nem érthette el. Pedig a késlekedés súlyos következményekkel járhat. Csak szóbeli információink vannak arról, hogy készül az Európai Unió számára egy úgynevezett elektromágneses kompatibilitási előírás. Ennek hatályba lépte után az előírásoknak meg nem felelő eszközök használatát szigorúan büntetni fogják. A baj csak az, hogy mi, geofizikusok, eszeveszett dolgokat csinálunk. Rádióhullámok segítségével nem a legújabb slágereket terjesztjük, hanem például ércet kutatunk, sőt az is előfordul, hogy egy több tíz kilowattos generátor mindkét pólusát a földre kötjük és a drága áramot a földbe vezetjük. Az ilyesmi megengedhetetlen, törvényi szabályozással kell megszüntetni. Lehet, hogy néhány év múlva tudományos turizmus indul meg a nem EU-tag országokba és a geofizikus hallgatók csak ott ismerkedhetnek meg néhány alapvető geofizikai módszerrel. Azt a nehézséget kell majd csak áthidalni, hogy eddig a méréseket ott végezték, ahol valamit kerestek, ahol a feladatot meg kellett oldani, ezután viszont például Albániában végzett mérésekből kell kitalálni, mi van Svájcban.

Természetesen vannak euro-kudarcaink is. Hosszas előkészület és elég sok munka után idén októberben szerettünk volna megrendezni egy szimpóziumot, az EAGE rendezvényeinek egyikét. Nem sikerült, szinte az utolsó pillanatban le kellett mondanunk. Furcsa módon a kudarc oka talán éppen túlzott európaiságunk, legalább is ami egyes árainkat illeti. Az EAGE *Business Office* a lebonyolítási költségeket a Kelet-, ill. Közép-Európáról alkotott

elképzeléseikhez képest túl magasnak találta, azaz a rendezvény nem lett volna sokkal olcsóbb, mint az elmúlt évben Velencében rendezett szimpózium. Nem akarom ismertetésemet panasszal befejezni, így csak annyit mondok, a hollandok a szakmai színvonalat, a budapesti technikai lehetőségeket megfelelőnek találták, az árak európai színvonalúak, de találtak valamit, ami egy kicsit elmarad az európai átlagtól. Ez pedig a környező országok

geofizikusainak — elsősorban rájuk lehetett volna számítani résztvevőként — anyagi teherbíró képessége. Szakmai tevékenységünk ismertetését azzal a kívánsággal fejezem be, hogy legközelebbi alkalommal holland barátaink már ebben sem találjanak semmi kivetni valót.

Verő László

A MTESZ SZÖVETSÉGI TANÁCSA ELNÖKÉNEK LEVELE A TAGSÁGHOZ

Kedves Kolléga!

Tisztelettel köszöntöm az Új Esztendő, valamint annak alkalmából, hogy a MTESZ Szövetségi Tanácsa decemberi ülésén két esztendőre újólag elnökévé választott.

Mély meggyőződésemm, hogy hazánk etikai és gazdasági felemelkedésének meghatározó tényezői a társadalmi kapcsolatok megerősödésén alapuló hit és kölcsönös bizalom, a közös elemzéseken nyugvó, mérlegelve-megegyezve megfogalmazott tennivalók felmutatása, s megvalósításukon való kitartó, szervezett munkálkodás. E folyamatban a MTESZ-nek és egyesületeinek — mint a legnagyobb magyar szakmai civil szervezetnek — meghatározó szerepe, feladata van.

E — programként is megfogalmazott — cél vezetett az 1996. júniusi magyar Tudóstalálkozó megrendezéséhez, amely újabb fórumot teremtett a világszerte élő magyar származású tudósok eszmecseréjére legfontosabb feladatainkról. A munka eredményét kiáltványban tettük közzé, javasolva többek között a „Magyar Tudomány Napja” évenkénti ünnepélyes megrendezését.

Az önmagunkba vetett hit kialakításának igénye motivált abban, hogy a magyar mérnököt újra a nemzetközi mérnöktársadalom meghatározó, kezdeményező tagjaként bemutatva, Budapestre hoztuk a Mérnök Világszervezet (WFEO), ill. az Európai Mérnök Szervezet (FEANI) kongresszusait.

Elmélyült műhelymunkában alakítottunk ki néhány fontos ágazatban alapozó stratégiákat, felajánlva azokat a magyar gazdaságirányításnak.

Az együvé tartozás érzésének fenntartását, erősítését szolgálták egyesületi konferenciáink, szaklapjaink, szakmai bizottságaink, valamint az a törekvés, hogy tagjainknak előnyös biztosítási, nyugdíjpénztári, vásárlási feltételeket szerveztünk.

Elértük azt, hogy a társadalmi egyesületekben végzett szerzői-előadói tevékenység kedvezően adózzon, valamint azt, hogy az elektronikus média programjait befolyásoló kuratóriumban tagként működhessünk.

Tagságunk bizalmának erősödését mutatja, hogy a korábbi öt esztendő után 1995-től létszámunk csökkenése megállt s lassú növekedést mutat, mint ahogy 38-ról 43-ra nőtt a MTESZ-ben kooperáló egyesületek száma is.

A nehéz gazdasági körülmények ellenére a MTESZ gazdálkodását sikerült stabilizálni, a Technika Házak hálózatát megőriztük, és egyesületeinket országos működésük kedvező feltételeinek biztosítása mellett anyagilag is tudjuk támogatni.

A következő két év fő célkitűzéseiként a fent vázolt tevékenység folytatását látjuk.

Erősíteni szeretnénk azt a párbeszédet, amelynek eredményeként világos stratégiát fogalmazhatunk meg szakmáink társadalmilag legfontosabb kérdéseiben. Így kiemelten foglalkozni kívánunk az informatikára épített környezet, a környezetgazdálkodás, az innováció, energiagazdálkodás, élelmiszer-gazdaság, közép- és felsőfokú oktatás kérdéseivel. Várjuk érdeklődésüket és javaslaikat további megvitatandó témákkal kapcsolatban.

Jövő évtől Budapestre kerül a WFEO Oktatási Bizottságának titkársága, s azon munkálkodunk, hogy régióink mérnökszövetségeinek (RCC) központja is itt működjön.

1998-ban lesz ötvenéves a MTESZ, amit egy olyan kongresszussal kívánunk megünnepelni, ahol összefoglaljuk azokat a szakmai ajánlásokat, amelyeket a reálértelmiség a nemzet asztalára képes helyezni.

Ebből az alkalomból mutatjuk be Fő utcai székházunkban a magyar tudósok arcképcsarnokát, egy helyen emléket állítva tudományterületeink példaképül szolgáló nagyjainak. Kérjük tagtársainkat, hogy az arcképcsarnok megvalósítását javaslataikkal támogassák.

Ez alkalommal is felhívom figyelmét arra, hogy a MTESZ, ill. tagegyesületei kedvezményezettjei lehetnek annak az új adózási szabályozás adta lehetőségnek, miszerint az állampolgárok adójuk 1%-át meghatározott társadalmi szervezetek részére ajánlhatják fel adóbevallásukban, a kedvezményezett szervezet adószámának megjelölésével.

Szíves figyelmükbe ajánlom e lehetőséget, kérve célkitűzéseink, illetve egyesületeink ezúton is történő támogatását.

1997-ben jó egészséget és eredményes munkát kívánva üdvözlí:

Budapest, 1997. január 20.

*Havass Miklós
elnök*

A MTESZ-TAGEGYESÜLETEK SZÓVIVŐINEK ÉRTEKEZLETE

A most már rendszeressé váló értekezletre február 19-én került sor, az előző december 19-én volt. Annak emlékeztetője alapján akkor a mintegy 40 tagegyesület 25%-ának szóvivője jelent meg, kimentését kérte 10%, nem jelent meg ~50% és ~20%-nak egyáltalán nincs szóvivője. A februári értekezleten jobb volt a helyzet, legalábbis ami a szóvivőket illeti, viszont nem tudott eljönni a meghívott vendég, TÓTH Ildikó, a Magyar Távirati Iroda Belpolitikai Főszerkesztőségének főszerkesztő-helyettese. Őt CSÁVÁS Sándor igyekezett pótolni, aki a VOGEL Publishing Kft. által kiadott MM Műszaki magazinban megjelenő MTESZ FÓRUM-ot szerkeszti. Igaz, hogy neki is viszonylag rövid idő után távoznia kellett és így a szóvivők egymásnak vitték a szót.

Állítólag több egyesületben a tagság nem tudja, hogy ki a szóvivő és mire szolgál. Bár a lap hasábjain már többször szerepeltem ilyen minőségemben, a biztonság okáért megismétlem: a Magyar Geofizikusok Egyesületének szóvivője VERŐ László, ugyanaz a VERŐ László, aki a titkár. Szóvivőként sem utolsó, ugyanis azon az értekezleten, amiről be kellene számolnom, egyedül a Magyar Geofizikát tudta BIACS Péter alelnök úr felmutatni, mint olyan egyesületi lapot, amely hírt adott már szóvivői értekezletről. Az ugyan nincs munkaköri leírásban vagy használati utasításban lefektetve, hogy mire jó egy szóvivő, de egy gyakorlati tanácsot adhatok: ha valahol olyasmi történik, ami feltevés szerint közérdeklődésre tarthat számot, segítséget tudok nyújtani — címeikkel, telefonszámokkal — ahhoz, hogy a híradás megjelenjék. Ennél többet ígérni felelőtlenség lenne, hiszen minden eddigi hivatásos újságíró valami olyasmivel bíztatott, hogy tudós leg-

inkább csak akkor kerülhet be az újságba, ha agyonütik vagy ő üt agyon valakit. Ha ennél egy kicsit szelídebb is, de jellemző a következő példa. Az előbb említett MTESZ FÓRUM-ban nem azért kapott az egyik tagegyesület közgyűlése teret, hogy az egyesületről essék legalább néhány szó, hanem azért, mert egy volt kormánytag is megjelent ott — lehet, hogy tagja is az egyesületnek — és beszédet mondott. Tudom persze, hogy egy közgyűlésnek rangot ad, ha ott neves személyiségek is megjelennek, de az ismertetett beszédben elhangzottak a napi sajtóban vagy gazdasági szaklapokban is elég sokszor szerepeltek már. Megint félrevittem a szót. Elhangzott az is az ülésen, hogy minden forgalomban lévő élelmiszer egészséges, csak nem szabad sokat enni belőlük. Szó esett a kamarák és az egyesületek viszonyáról, a néhai Műszaki Életről, nem reagált viszont senki a Modernizációs Charta 1997-re. Ezt MARX György, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat elnöke küldte meg az egyesületeknek januárban; a chartát eredetileg aláírók, azaz valószínűleg megfogalmazói vagy tizenöten vannak (a négyoldalnyi szöveg a Titkárságon megtalálható, bár más forrásból is minden bizonnyal hozzá lehet jutni). Feltehetőleg tudat alatt hat rám az értekezletek légköre, ugyanis néhányan érzésem szerint kicsit szintén félreviszik a szót, és egyesületükről, rendezvényeikről tartanak ismertetőt.

Egy korábbi beszámolómban utaltam már tevékenységem hályogkovácsi jellegére. Nem tudom, szabad-e ennyire eltérnem a tárgytól és nem tudom, illik-e egy beszámolóban ennyire nem-tárgyilagosságnak lenni. Remélem, azért sajtóperre nem fog sor kerülni.

Verő László

FELHÍVÁS

A kerekegyházi geofizikus–geológus Vándor-gyűléssel egyidőben tartott, a környező országok geofizikai egyesületeinek elnökei számára szerve-

zett találkozó egyik ajánlásaként adjuk közre az alábbi felhívást:

Geofizikai szakmai továbbképzés

Számottevő igény van különböző vállalatok, intézmények és egyének részéről a megfizethető árú (általában 3–5 napos) szakmai továbbképzésekre. A szerényebb elhelyezési és szállásköltségek, a kisebb utazási távolságok olyan előnyök, melyek egy tanfolyam költségeit az erre szakosodott cégek árainál alacsonyabbá tehetik. A tanfolyamok ajánlott nyelve angol. Előadók a szakmai egyesületük előzetes ajánlása alapján pályázhatnak tanfolyam tartására.

Mind a jövőbeli lehetséges előadóktól, mind a továbbképzések iránt érdeklődő lehetséges hallgatóktól kérjük az alábbi ajánlatokat:

- Kérjük a különféle geofizikus szakértők ajánlatát, akik vállalnák 3–5 napos tanfolyamok kidolgozását és megtartását olyan közérdeklődésre számot tartó témákban, melyek a geofizika élvonalát képviselik. Az előadások szakmai színvonalára és a hallgatók számára kiosztandó írásos segédanyagok és gyakorlati példák jó kidolgozására az előadónak nagy figyelmet kell szentelnie.
- Kérjük a továbbképzések iránt érdeklődő szélesebb szakmai közösségek tagjait (különféle geofizikus egyesületeket, vállalatokat, intézménye-

ket és magánszemélyeket), hogy ajánljanak szakmai továbbképzésekre megfelelőnek, korszerűnek, érdekesnek tartott témákat.

A tanfolyamok megszervezési joga általában az előadó anyaegyesületét illeti, de ez a jog átadható más egyesületnek is. A tanfolyamokat „non-profit”, vagy „szerény profit” alapon kellene megszervezni. Az előadókat megilleti a tiszteletdíj és a költségterítés.

Az előadói ajánlatokat és a hallgatói témaajánlatokat Miroslav STARCEVIĆ úr címére kérjük küldeni, aki vállalta az erőfeszítések koordinálását.

Címe:

prof. Miroslav STARCEVIĆ
Society of Geophysical Exploration
Kneza Milosa 7, 11000 Belgrade, YU
tel.: (381–11) 345 972
fax: (381–11) 335 539
E-mail: estarcem@ubbg.etf.bg.ac.yu

Késmárky István

Eddig tudomásunk szerint nem érkezett javaslat.
Tisztelt Tagtársainktól több aktivitást várunk.

Gravitációs lineamensek és a földrengéeloszlás kapcsolata Magyarországon¹

SZABÓ ZOLTÁN, PÁNCICS ZOLTÁN²

A geofizikai, főleg a gravitációs adatokból szerkesztett szerkezeti lineamensek általában a medencealjzat domborzatának hatását tükrözik. Amennyiben a domborzati formákat törések menti kiemelkedések, süllyedések, illetve elmozdulások alakították, akkor a lineamensek is a törések hatását tükrözik. A geofizikai adatokból szerkesztett lineamensek önmagukban nem elegendők egy-egy terület földrengés-veszélyeztetettségének megítéléséhez, ehhez szükség van szeizmológiai ismeretekre is. A lineamensek segítségével kapcsolatot találhatunk az egyes, látszólag szórta elhelyezkedő földrengés epicentrumok között, ezáltal lehetővé téve az egyes forrásterületek körülhatárolását és a különböző forrásterületek közötti összefüggések tisztázását. A maximális gradiens módszer segítségével elkészítettük a gravitációs lineamens térkép három változatát. Az első változat a Bouguer-anomália térképen alapszik, a második és harmadik változat a medencehatással javított gravitációs térképen. A lineamens térképek korrelálnak a történelmi földrengéeloszlással, illetve a Paksi Atomerőmű mikroszeizmológiai hálózata által 1995–96-ban regisztrált földrengésekkel.

Z. SZABÓ, Z. PÁNCICS: Gravity lineaments and earthquake distribution in Hungary

The structural lineaments constructed from gravity data are reflecting the effect of the topography of the basement. If the topographic features of the basement were formed by horizontal and/or vertical block movements then the lineaments are marking faults. The structural lineaments based on geophysical data are not enough to make a proper judgement about the seismic hazard of a region, seismological data are indispensable. With the help of structural lineaments relationship can be found among scattered earthquake epicentres, individual source-regions can be delineated and their relationships cleared. Three versions of gravity lineament maps based on the maximum gradients method were prepared. The first version was based on the Bouguer anomaly map of Hungary, the second and the third versions were based on the gravity map corrected by basin effect. The lineament maps were correlated with the distribution of historical earthquakes and the earthquakes registered by the microseismological network of Paks Nuclear Power Plant in 1995–96.

1. Bevezetés

A különböző geofizikai módszerek a Föld belsejét alkotó kőzetek fizikai paramétereinek (sűrűség, mágneses szuszceptibilitás, sebesség, ellenállás stb.) eloszlását vizsgálják, ezért olyan szerkezeti elemek és felületek kimutatására alkalmasak, amelyek mentén a felsorolt kőzetfizikai paraméterek megváltoznak. Az is nyilvánvaló, hogy csak azok lehetnek geofizikai módszerekkel jól nyomon követhető felületek, ill. szerkezeti vonalak, amelyek mentén a kőzetfizikai paraméterek egyike vagy másika hirtelen ugrásszerűen megváltozik. Magyarország területén ilyen felület a neogén medence aljzata, ahol a medencét kitöltő fiatal üledékek az aljzatot felépítő idősebb konszolidált kőzetekre települnek. Ahol a kőzetfizikai paraméterek fokozatosan változnak (pl. nagy mélységű medencékben, ahol a medenceüledékek sűrűsége és sebessége megközelíti az aljzatét), ott a geofizikai

anomáliák elmosódottakká válnak, nyomon követhetőségük bizonytalan.

A földrengések oka a Föld belsejében kialakuló feszültségekben rejlik. E feszültségek forrása a kontinentális és óceáni lemezek mozgása, ütközése, szubdukciója. Nagyméretű, litoszférikus rengések ilyen ütközési zónákra, ún. aktív lemezszegélyekre korlátozódnak (pl. Amerika Ny-i partvonala, Japán stb.). A magyarországi földrengések ún. lemezen belüli rengések, fészke mélységük nem haladja meg a 10 km-t, tehát a medencealjzattól származnak.

A Pannon-medence aljzatának összetétele és szerkezete igen változatos, a földtörténet során különböző eredetű lemeztöredékekből állt össze. Hogy az egyes egységeken belüli örökölt törések, az egységeket elválasztó legfőbb szerkezeti vonalak, ill. a mai összeállt medencealjzatot harántoló fiatalabb törésvonalak közül melyek kapcsolatosak földrengésekkel, igen nehéz megállapítani. Talán ezért lehetséges, hogy egyes földtani szakemberek tagadják a magyarországi törésrendszer és a földrengések kapcsolatát. Az igazság sokkal inkább abban rejlik, hogy még mindig nem ismerjük kellőképpen Magyarországot tektonikáját ahhoz, hogy

¹ Beérkezett: 1997. március 18-án

² Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.

egyértelmű kapcsolatot állapítsunk meg a törérendszer és a földrengéssel között.

A földrengéssel és földtani szerkezet közötti korreláció vizsgálatát tovább nehezíti, hogy műszeres földrengés-megfigyeléseink csak a XX. század elejétől vannak. Az épületkárokat okozó történelmi rengések feljegyzéseit kb. az 1763-as komáromi földrengés óta tekinthetjük többé-kevésbé megbízhatónak. A hazánk területén tapasztalt mérsékelt szeizmicitás következtében ez az alig több, mint 200 évre visszatekintő adatsor messze nem elegendő a földrengési tevékenység törvényszerűségeinek pontos feltárására.

E tekintetben hazánk területe nem egyedülálló, hasonló a helyzet például az USA keleti területein, amelynek földrengés-tevékenysége nagyon hasonlít a magyarországihoz: a földrengések mérsékelt gyakoriságúak és intenzitásúak, és felszínen észlelhető töréseket nem okoznak. A szakemberek vizsgálatai során azonban egyre nő azon bizonyítékok száma, amelyek arra utalnak, hogy a földrengés-tevékenység leginkább a mezozoós és paleozoós deformációk reaktiválódott zónáiban koncentrálódik [HILL 1987]. A mérsékelt és szórt szeizmicitással jellemezhető területeken elsősorban a szakemberek tapasztalataira támaszkodva lehet csak megítélni egy-egy terület földrengésveszélyes voltát.

2. A gravitációs adatok felhasználása a szerkezeti elemzéshez

Az elmúlt évtizedben Magyarországon is előtérbe kerültek a földrengés-veszélyeztetettséggel kapcsolatos vizsgálatok. A földrengés-veszélyeztetettség témában folytatott vizsgálatok közül a gravitációs kutatásokban elért eredményeinket kívánjuk ismertetni. Vizsgálatainkat a 380 000 mérési pontot tartalmazó országos gravitációs alaphálózat adataiból változó sűrűséggel számított Bouguer-anomália térképre alapoztuk. Korlátai mellett a gravitációs módszernek nagy előnye, hogy gravitációs mérésekkel van legegyszerűsebben lefedve az ország egész területe, így a feldolgozást mindenütt egységes szempontok alapján, a módszer felbontóképességének megfelelő megbízhatósággal tudtuk végrehajtani.

A Bouguer-anomália térkép a felszín alatt elhelyezkedő tömegek hatását mutatja. Ahol a felszín alatt környezetüknél nagyobb sűrűségű tömegek helyezkednek el, ott pozitív anomáliát, ahol a környezetüknél kisebb sűrűségű tömegek vannak, ott negatív anomáliákat kapunk. Azokon a területeken, ahol a medencealjzatot alkotó kőzetek a felszínen vannak, a térkép természetesen azok hatását

tükrözi. A sekély medenceterületeken, ahol a medencét fiatal, laza — következképpen kisebb sűrűségű — üledékek töltik ki, a gravitációs térkép a medencealjzat hatását képezi le. Nagyobb medencemélységek felé haladva, az üledékekben bekövetkező kompakció miatt a medenceüledék sűrűsége a mélység felé egyre nő és kb. 3000 m mélység körül megközelíti a medencealjzatot képező kőzetek sűrűségét.

Mindezekből az is következik, hogy a gravitációs módszerből levonható következtetések megbízhatósága és felbontóképessége a mélység növekedésével egyre csökken (1. ábra, A). Ha a medenceüledékekben horizontális irányú sűrűség inhomogenitás lép fel, ennek hatása természetesen hozzáadódik a medence aljzatát felépítő kőzetek hatásához és a gravitációs térkép értelmezését nagymértékben megnehezíti és bizonytalanná teszi.

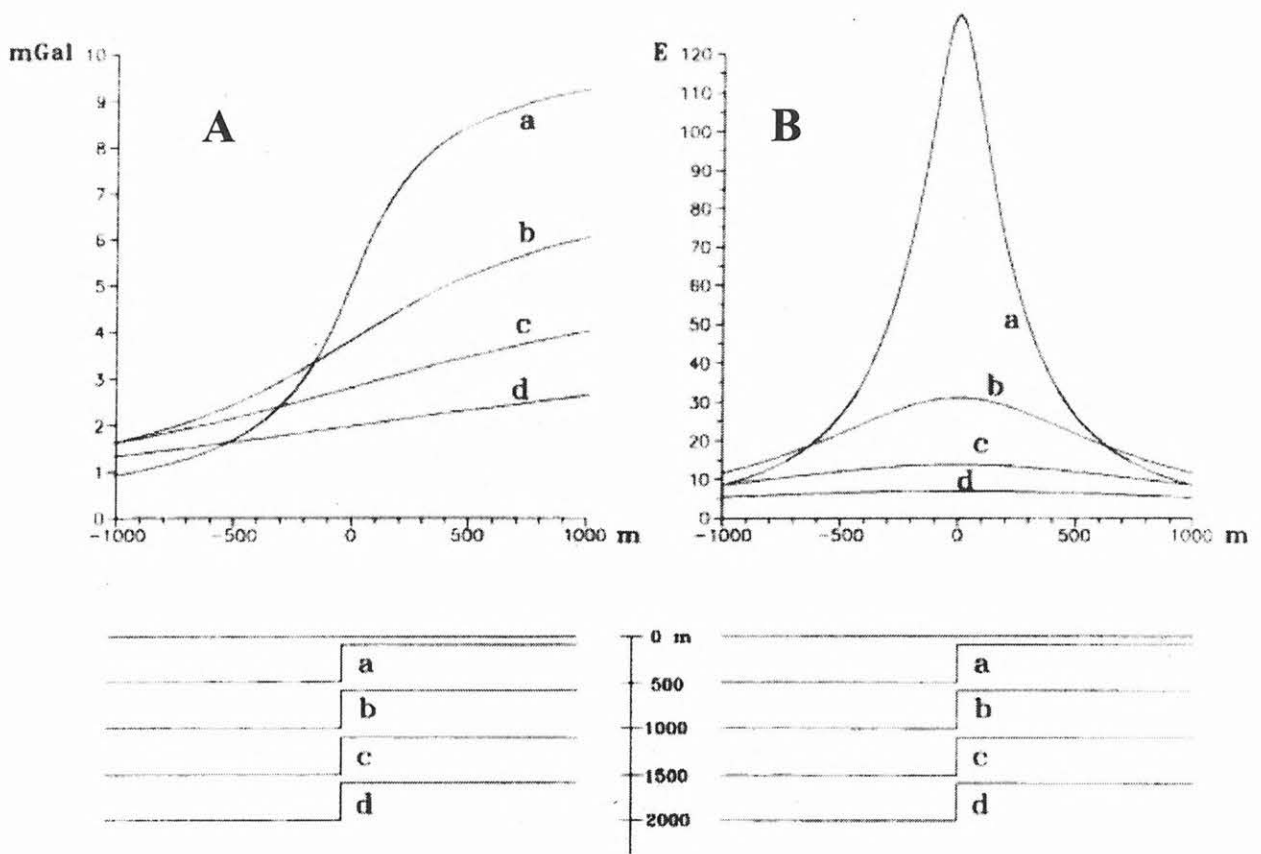
Medenceterületeken a gravitációs anomáliák oka az alábbiakban keresendő:

- a sűrűség inhomogenitás az üledékösszletben,
- b) sűrűség inhomogenitás a medencealjzatban,
- c) a nagysűrűségű medencealjzat domborzatának változása.

Hazai tapasztalatok szerint a fiatal üledékekben számottevő laterális sűrűségváltozások nincsenek. Így, amennyiben a laterális sűrűségugrások tektonikai folyamatok eredményeképp jöttek létre, akkor a gravitációs térképekből hasznos szerkezeti információkat nyerhetünk, mert az izogammák sűrűsödési (nagy gradiensű) helyei kijelölik a sűrűségugrást létrehozó tektonikai elemeket.

Vonal menti sűrűségugrás kimutatására a legalkalmasabb a gravitációs tér horizontális gradiensének vizsgálata. A horizontális gradiensnek ugyanis a sűrűségugrás helyén lokális maximuma van (1. ábra, B). Első lépésként tehát meg kellett határoznunk a horizontális gradiens értékeit. A következő lépés egy olyan számítógépi program elkészítése volt, mely alkalmas a helyi gradiens-maximumok kijelölésére.

A program paraméterei rugalmasan változtathatók attól függően, hogy egy-egy pont milyen sugarú környezetét vizsgálja és környezetétől milyen mértékben eltérő gradiensre vagyunk kíváncsiak. A program ezenfelül a szomszédos pontok gradiens értékeit is figyelembe tudja venni a maximumhelyek kijelölésénél. Számításainkat az 500 m oldalhosszú négyzethálóra interpolált gravitációs adatrendszerre alkalmaztuk és különböző peremfeltételek megoldásával több térképváltozatot készítettünk.



1. ábra. Függőleges vető gravitációs hatása (A) és horizontális gradiense (B) a mélység függvényében
Fig. 1. Gravity effect (A) and horizontal gradients (B) of a vertical fault as a function of depth

A térképek a peremfeltételektől függően többkevesebb gradiens-maximumot jelöltek ki, a mélymedencék területein azonban nagyfokú információhiány jelentkezett (2. ábra). Az információhiány oka egyrészt, hogy a nagymélységű medencealjzat sűrűsége már nem, vagy alig különbözik az üledékek sűrűségétől, másrészt a domborzat hatása a nagy mélység következtében már nagyon lecsökkent jelentkezik, a tér közel egyenletes változása következtében pedig éles gradiens-maximumok megjelenésére nem számíthatunk.

Ahhoz, hogy a mélymedencék területén is értékelhető térképet kapjunk, be kellett vezetnünk a medencealjzat mélységétől függő korrekciót. A korrekció meghatározásához szükségünk volt a pre-tercier medencealjzat térképére és a medenceüledékek sűrűségfüggvényének ismeretére.

3. Magyarország pre-tercier medencealjzat térképe

Geofizikai módszerek szempontjából a fiatal medenceüledékek aljzatát képező felület elsődrendű

diszkordancia felület, jelentős különbség van ugyanis az üledékek és a medencealjzatot képező kőzetek fizikai paraméterei között. A medencealjzat domborzatának megszerkesztése mégsem könnyű feladat, mert nagyon sokféle adat és információ együttes értékelését és feldolgozását követeli meg, és csak a földtan területén dolgozó szakemberek összefogásával készülhetett el [KILÉNYI, RUMPLER 1984]. E térkép mélyfúrási adatok, szeizmikus, geoelektromos és gravitációs mérések adataiból lett megszerkesztve.

A medencealjzat meghatározásához a legmegbízhatóbb adatokat természetesen a mélyfúrások szolgáltatják, azok túlnyomó többsége valamilyen nyersanyag-kutatási céllal mélyült, így térbeli és mélységbeli eloszlásuk igen egyenlőtlen. Medence-területeken a szénhidrogén-kutatási céllal mélyített fúrásokat szinte kivétel nélkül kiemelkedésekre telepítették, így a mélyedésekben általában nincsenek medencealjzatot ért fúrások.

A geofizikai mérések eloszlását túlnyomórészt megint csak a nyersanyagkutatás érdekei szabták meg, így az ország különböző területei különböző mértékben tekinthetők megkutatottnak. A külön-

bőző mértékű megkutatottság hatása tükröződik a geofizikai mérések integrált értelmezéséből származó mélységtérkép megbízhatóságában.

A szénhidrogén-kutatás szempontjából legfontosabb területek: a Dráva-medence, a Zalai-dombság, a Duna-Tisza közének DK-i és a Tiszántúl D-i része. Ezeket a területeket az olajipar részletes szeizmikus reflexiós mérésekkel felmérte, és a mélyfúrások zöme is ide koncentrálódik. Ezek a területek sorolhatók tehát a legjobban megkutatott medenceterületek közé. A mérések minősége természetesen ezeken a területeken is változó és a kutatási mélységet is a szénhidrogén-kutatások célszerűsége szabta meg.

Megkutatottság szempontjából a következő kategóriába sorolható a Kisalföld, a Dunántúli-középhegység előtere és a Mecsek-Villányi hegység környezete.

A térkép készítésének idejében a kevéssé ismert területek közé tartoztak: a Dunántúl Balaton és Mecsek közé eső része, a Duna-Tisza közének nyugati része, valamint — a geofizikai módszerek eredményességét negatívan befolyásoló, nagy vastagságú miocén vulkáni anyag felhalmozódása miatt — a Nyírség területe.

Tekintettel arra, hogy a földtani felépítés nem ismer országhatárokat, a Pannon-medence nem ér véget az országhatárnál, hanem átnyúlik a szomszédos országok területére is. A 80-as évek második felében osztrák és szlovák szakemberekkel való együttműködésben elkészült a Kárpát-medence aljzatdomborzat térképe e három ország területére [KILÉNYI et al. 1991]. Jelenleg ez a legmegbízhatóbb aljzattérkép, ami rendelkezésünkre áll, mert a térkép első variációja kiegészült a legújabb kutatási eredményekkel. Jelen munkához az utóbbi térkép általunk digitalizált változatát használtuk fel.

4. Sűrűségfüggvények

A feladat megoldása szempontjából a legnagyobb problémát a megfelelő sűrűségadatok hiánya jelenti. Az irodalomban publikált magyarországi sűrűségadatok nem elegendőek megbízható sűrűségfüggvény előállítására, ezért kétféle adatrendszert dolgoztunk fel:

a) Az ELGI Tihanyi Obszervatóriumban 1966–70 között végzett, de ez ideig fel nem dolgozott sűrűségmérés adatai;

b) Fúrólyukban végzett gamma-gamma mérésekből meghatározott sűrűségadatok.

A laboratóriumi adatok feldolgozásának keretében összesen 305 mintavételi helyről több mint 12 000 fúrómagon végeztek sűrűség-meghatározást. A

karotázs mérésekből származó sűrűségadatok feldolgozásánál 69 db mélyfúrás gamma-gamma szelvényezéséből származó sűrűség értékeket vettünk figyelembe. Ezek alapján meghatároztuk az üledékes kőzetek sűrűség-mélység menetét.

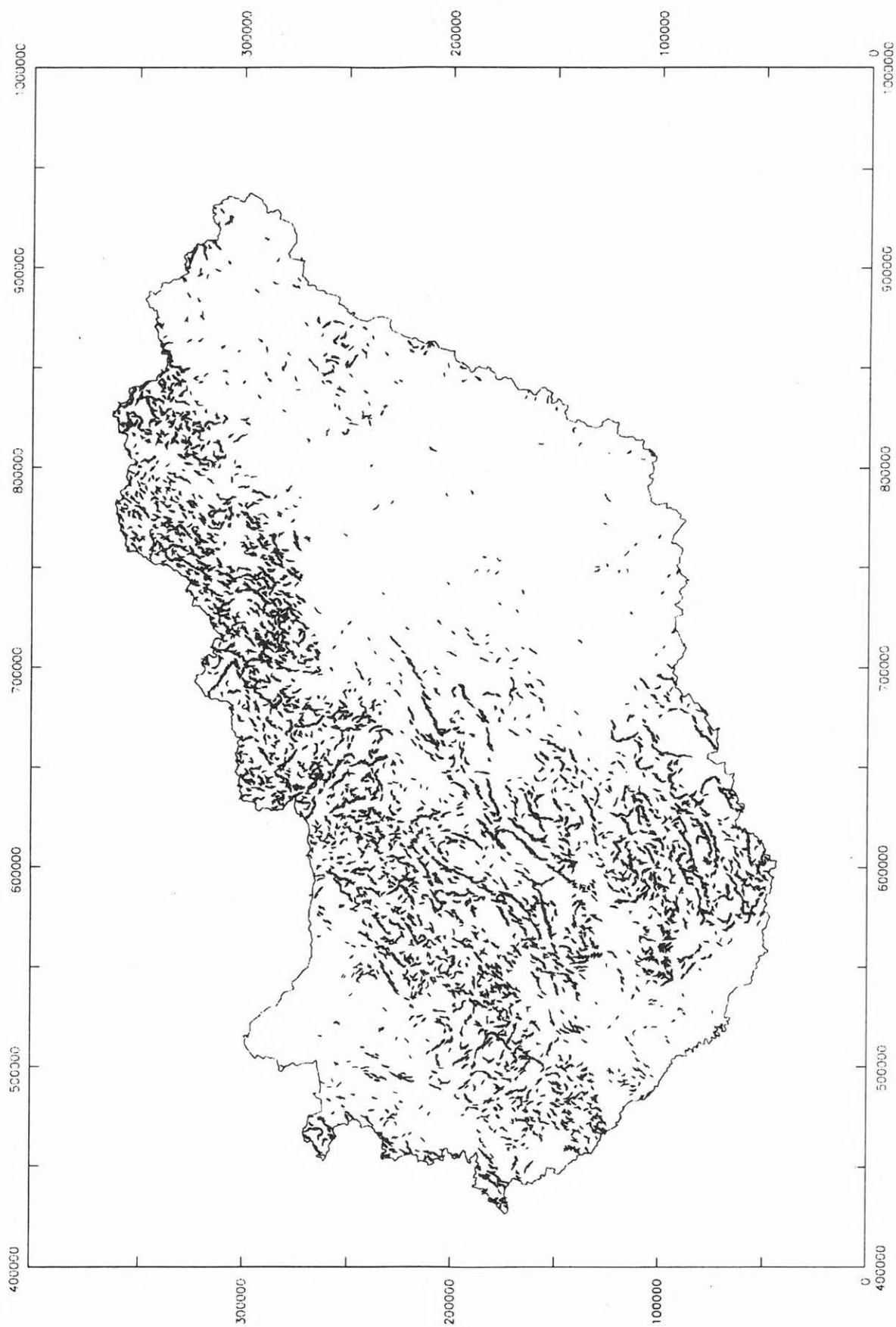
5. Korrekciók

Változatos földtani felépítésű területen, ahol kibúvások és különböző mélységű medencék váltakoznak egymással, a gravitációs tér jellege is különböző. A kibúvásokon és azok környezetében nagy és hirtelen változásokat, következőképpen nagy gradienseket észlelünk, míg a mélyebb medencék területén a változások lecsiszoltak, a gradiens értékek kicsinyek. A gradiens maximumok kiemelésénél nehézséget okoz az alsó küszöbérték megválasztása, ha túl alacsonyra választjuk, akkor a kibúvások környékén igen nagyszámú maximum jelenik meg, ha túl nagyra választjuk, a medenceterületeken adathiány lép fel. Ennek kiküszöbölésére az egységes térképszerkesztéshez figyelembe kellett vennünk ezeket a jelenségeket.

A medencemélység és a sűrűségfüggvény ismeretében korrekcióba vehetjük a mélység és a mélység felé egyre csökkenő sűrűségkülönbségnek a horizontális gradiensre gyakorolt árnyékoló hatását. A mélységtől függő sűrűségkorrekció eredményeképpen a gradienstérkép a medence területeken is kontrasztosabbá vált (3. ábra).

Ahogy az eddig leírtakból is kitűnt, a gravitációs lineamensek elsősorban a medencealjzat domborzatának kialakításában szerepet játszó szerkezeti vonalak detektálására alkalmasak, következőképpen a szerkezeti vonalak létrejöttének korára nem adnak közvetlen információt. Szeizmotektonikai célú felhasználásukat azonban indokolja, hogy tektonikailag erősen igénybevett medencealjzat esetén a földrengések kipattanását elsősorban, bár nem kizárólag, a régi törések felújulási zónáiban kell valószínűsítenünk.

Felmerült annak gondolata, miként lehetne a gravitációs adatokból a földrengések forrázónáinak (átlagosan 8–10 km) megfelelő mélység szerkezetére következtetni. Ahhoz, hogy a gravitációs adatokból a medencealjzat felépítésére és a kéreg szerkezetére nyerjünk információt, a gravitációs térképet meg kell szabadítani a medenceüledékek hatásától. A módszer lényege, hogy a fúrások és egyéb geofizikai eljárások révén megismert üledékes rétegek gravitációs hatását a medencealjzatig kiszámítjuk, és ezzel a hatással



2. ábra. A Bouguer-anomáliákból számított gravitációs lineamensek térképe
 Fig. 2. Gravity lineament map based on Bouguer anomalies

korrigáljuk a Bouguer-anomália értékeket. Ebben az esetben az a helyzet áll elő, mintha a medenceüledékeket a medencealjzatot felépítő kőzetekkel helyettesítenénk. Az üledékhatástól mentesített gravitációs anomália térkép már csak a medencealjzatot képező kőzetek sűrűségkülönbségét és a kéregvastagság változásait tükrözi.

Az üledékek által okozott „tömeghiány” gravitációs hatásának számításához a medencét kitöltő üledékes rétegeket 1×1 km-es vízszintes kiterjedésű és 250 m vastagságú derékszögű hasábokra bontottuk és a hasábok gravitációs hatását minden egyes rácspontra kiszámítottuk. A tömeghiánynak megfelelő hatást hozzáadtuk az illető pontra vonatkozó Bouguer-anomália értékekhez és így kaptuk a „medencehatástól mentesített gravitációs anomália” térképet. Ezzel a módszerrel tehát nagyrészt arról a mélységtartományról szerzünk információt, ahol földrengések pattannak ki, és amely más geofizikai módszerrel csak nehezen és igen költségesen kutatható.

A medencehatástól mentesített térképre alkalmazva a horizontális gradiensek módszerét, elkészítettük a térkép gradiens változatát (4. ábra). A térképen a nagy gradiensű helyek a nagy mélységben nyomozható szerkezeti zónákat jelölik, melyek kapcsolatban állhatnak a földrengések forráshatáraitól.

Az eredménytérkép megbízhatóságát természetesen befolyásolják a kiindulási adatok, elsősorban a medencealjzat mélységében és az alkalmazott sűrűségfüggvényben rejlő bizonytalanságok. A vizsgálatok szempontjából a Bouguer-anomália térkép megfelelő pontosságú, a legnagyobb bizonytalanságot a medencealjzat nem kellő részletességű ismerete jelenti. Az egységes sűrűségfüggvény alkalmazása ugyancsak közelítés, de tapasztalataink szerint jelentős torzulást nem okoz. A térkép értelmezésénél figyelembe veendő, hogy a történelmi rengések epicentrum helyzetének pontossága sok esetben néhányszor 10 km is lehet.

6. A földrengéseloszlás és a lineamensek kapcsolata

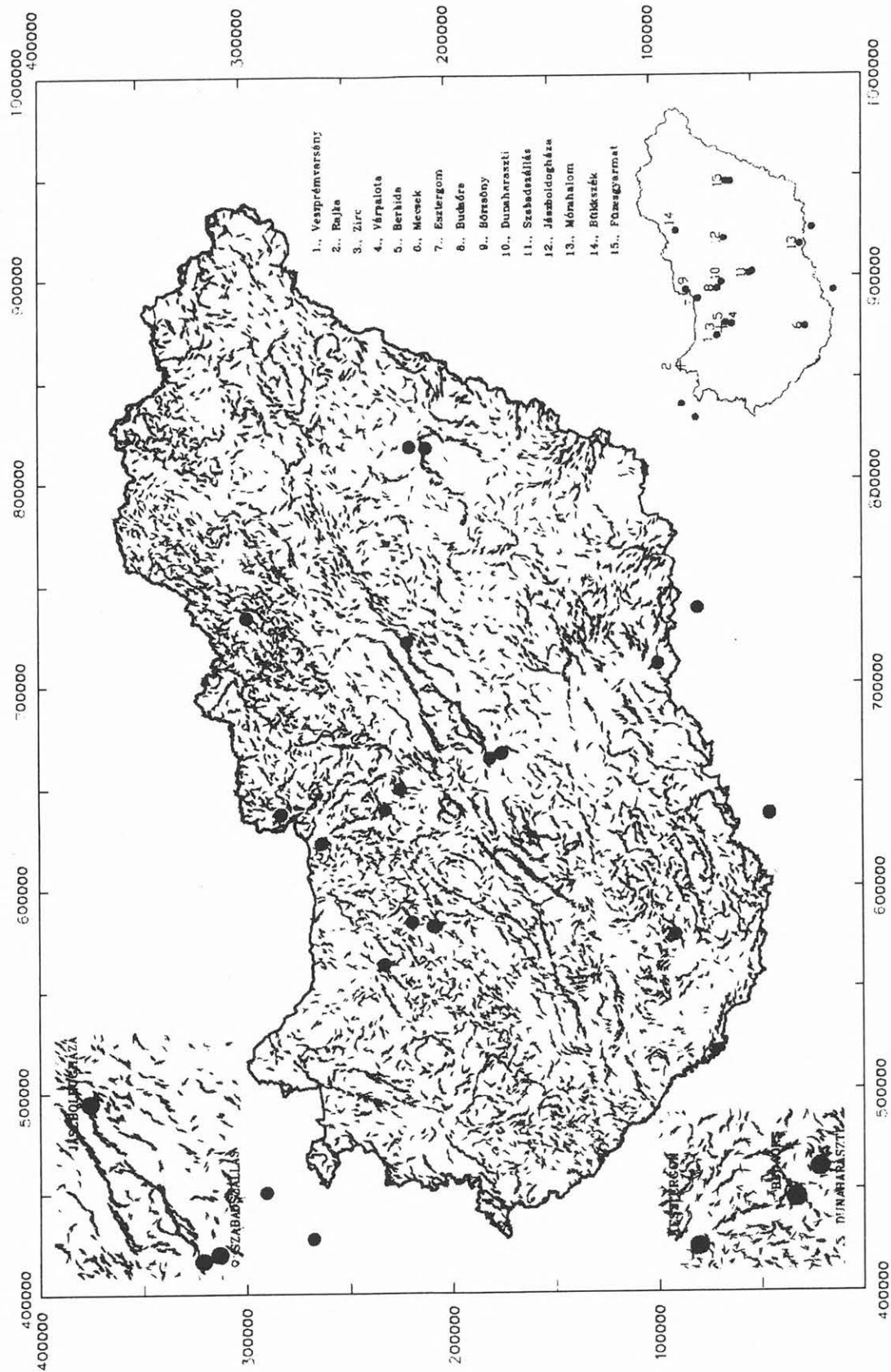
Vizsgálatainkhoz a földrengésadatokat a MTA GGKI munkatársai által összeállított földrengéskatalógusból vettük [ZSÍROS et al. 1988]. A gradiens térképeken kirajzolódó lineamensek és a földrengéseloszlás kapcsolatának tanulmányozásához a 4. ábrán feltüntettük mindazon történelmi rengéseket, melyeknek epicentruma legalább ± 10 km megbízhatósággal ismert. Az epicentrumokat ábrázoló

körök sugarát a meghatározás pontosságának megfelelően választottuk és a térkép méretarányában ábrázoltuk. A térképet tanulmányozva megállapíthatjuk, hogy az epicentrumok egyes helyeken ismert szerkezeti elemekhez kapcsolódó lineamensek mentén koncentrálnak (pl. Kapos vonal, Közép-magyarországi diszlokációs zóna DNY-i és jászszági szakasza stb.). Más helyeken ugyancsak mutatkozik vonal menti felfűződés (pl. Komárom–Berhida, Rajka–Zirc), de ezeknek vagy nagyon gyengén, vagy egyáltalán nincs nyomuk sem a lineamensekben, sem az ismert földtani szerkezetben. Mivel a gravitációs lineamensek hirtelen horizontális sűrűségváltozások helyeit jelölik, ahol a földrengések egy-egy lineamens mentén helyezkednek el, ott földtani okot kell keresnünk, akár van tudomásunk róla, akár nincs. Azok a földrengések viszont, melyek bár vonal menti elrendezést mutatnak, de nincs látszólagos kapcsolatuk a lineamensekkel, olyan feszültségzónához tartoznak, amelyek nem vonal menti sűrűségváltozással kapcsolatosak — hiszen a feszültségzónák nem kapcsolódnak szükségszerűen földtani határokhoz.

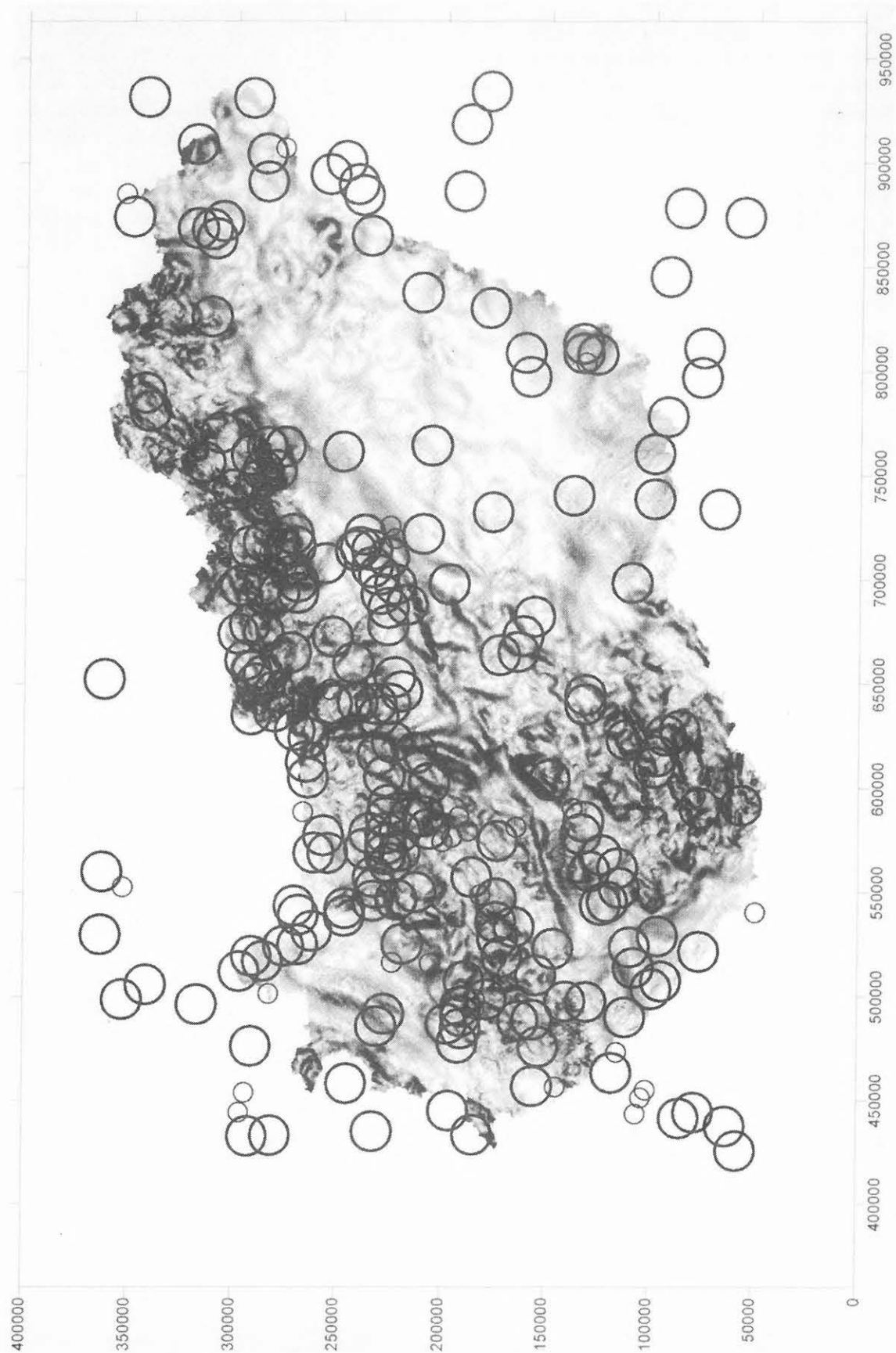
Tekintettel arra, hogy a történelmi rengések epicentrumának meghatározása meglehetősen bizonytalan, a továbbiakban célszerűnek látszott csak a legújabb földrengés adatok felhasználása, melyeket 1995–1996-ban a Paksi Atomerőmű mikro-szeizmológiai hálózatán észleltek. Az észlelőhálózat elhelyezkedése és az alkalmazott műszerek érzékenysége lehetővé teszi — a földrengés-fészek elhelyezkedésétől függően — 1–2,5 magnitúdójú rengések észlelését és hipocentrumuknak 1–5 km pontossággal történő meghatározását [TÓTH et al. 1996, 1997]. Ennek az adatrendszernek a megbízhatósága már megközelíti a lineamensek meghatározási pontosságát, így lehetőség nyílik a kettő kapcsolatának objektív tanulmányozására. A vizsgálathoz célszerűnek látszott a Bouguer-anomáliákból számított és medencekorrekcióval javított lineamens térkép felhasználására (3. ábra), melyen feltüntettük a mikroszeizmológiai hálózat révén 1995–96-ban észlelt földrengések helyét.

E térkép alapján nyugatról kelet felé haladva az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

- A térkép ÉNy-i sarkában, már osztrák területen kipattant rengések a történelmi rengések eloszlása alapján már korábban aktívnak minősített Muhr–Mürz vonal aktivitását erősítik meg.
- A Veszprémvársány közelében keletkezett rengés a 4. ábrán kirajzolódó Rajka–Zirc zónába esik, egy, a zóna tengelyére merőleges ÉK–DNY irányú lineamens mentén. A Rajka–Zirc zóna eddig még mindenkinek elkerülte a figyelmét, mert aránylag kis rengések alkotják ($I_0 \leq 5$



3. ábra. A Bouguer-anomáliából számított, mélységgel korrigált gravitációs lineamensek térképe a mikrozeizmológiai hálózat által 1995-96-ban regisztrált földrengések feltűntetésével
 Fig. 3. Gravity lineament map based on Bouguer anomalies corrected for depth and the epicentres of the earthquakes registered by the microseismological network in 1995-96



4. ábra. Medencehatással javított gravitációs térképéből meghatározott gravitációs lineamentek a történelmi rengések epicentrumainak feltüntetésével
 Fig. 4. Gravity lineaments based on gravity anomalies corrected for basin effect and the epicentres of the historical earthquakes

MSK-64) és iránya közel merőleges az eddig ismert szerkezeti vonalakra. Felismerését az újfajta ábrázolásmódnak köszönhetjük.

- A várapalotai, berhidaí rengések a hazánkban legaktívabbnak tekintett, de jelen méretarányban ábrázolt szerkezeti irányokban nem felismerhető Komárom–Berhida zóna déli végének aktivitását jelzik.
- A Nyugati-Mecsekben kipattant rengés fészkére 1 km mélység adódott, így minden bizonnyal a bányászkodással kapcsolatos jelenséggel van dolgunk.
- Igen figyelemreméltó a Budai-hegység nyugati peremén levő Esztergom–Budaörs lineamens két végére eső rengés, melyeknek külön érdekessége, hogy a vonal két vége ugyanaznap, 1995. május 4-én „szólalt” meg, felhívva a figyelmet a vonal ez idáig ismeretlen aktivitására.
- A Börzsöny területén kipattant rengés valószínűleg az Ógyalla–Diósjenő vonalhoz kapcsolódik.
- A dunaharaszti rengés arra utal, hogy a terület az 1956-os rengést követően még mindig nem jutott nyugalomba és jelenleg is feszültség alatt áll.
- A Szabadszállás–Jászboldogháza rengések egy határozott ÉK–DNy-i irányú lineamens mentén helyezkednek el, bizonyítva annak aktivitását. Történelmi rengések alapján a lineamens Jászboldogházától ÉK-re eső szakaszát is aktívnek minősíthetjük.
- A mórakalmi és a tőle DK-re, már jugoszláv területre eső rengések vélhetően egy nem túl határozott ÉNy–DK irányú lineamens mentén helyezkednek el.
- A Bükkszék melletti rengések a Darnó vonal aktivitására utalnak. A Darnó vonal egyben határozott gravitációs lineamensként is jelentkezik.
- A Füzesgyarmat térségében két nap alatt kipattant 7 db rengés közül csak a két szélsőt tüntetük fel, melyek két határozott lineamens találkozási pontjára esnek és minden bizonnyal a Derecskei-árok aktivitását jelzik.

Joggal felvetődik a probléma, hogy a lineamensek viszonylag nagy száma miatt kipattanó földrengések kb. 50%-os valószínűséggel valamilyen lineamensre

esnek. Ez kétségtelen tény. Ennek ellenére úgy gondoljuk, hogy a lineamensek határozottsága, kiterjedése és irányultsága fontos támpontot nyújt annak megítélésében, hogy milyen irányban keressük az aktív zóna kiterjedését. Erre vonatkozóan jó példa a kiemelésként is bemutatott Esztergom–Budaörs, Szabadszállás–Jászboldogháza lineamens. A rengések mindkét esetben markáns lineamensre esnek.

Megállapításainkban van bizonytalanság, de amennyiben figyelembe vesszük, hogy a hazánkhoz hasonló alacsony és közepes szeizmikus aktivitású területeken világszerte csak elvétve sikerült egy-egy szeizmikus zóna és a hozzá tartozó földtani szerkezet azonosítása, akkor meg kell állapítanunk, hogy a gravitációs lineamensek és a földrengéeloszlás vizsgálata biztató eredményekre vezetett és segít az aktív zónák kijelölésében. A mikroszeizmológiai hálózat által a jövőben észlelendő földrengések minden bizonnyal tovább fogják pontosítani jelenlegi ismereteinket.

HIVATKOZÁSOK

- HILL D. P. V. 1987: Seismotectonics. Reviews of Geophysics **25**, 6, 1139–1148
- KILÉNYI É., RUMPLER J. 1984: Pre-Tertiary basement relief map of Hungary. Geophysical Transactions **30**, 4, 425–428
- KILÉNYI É., KRÖLL A., OBERNAUER D., SEFARA J., STEINHAUSER P., SZABÓ Z., WESSELY G. 1991: Pre-Tertiary basement contour map of the Carpathian Basin beneath Austria, Czechoslovakia and Hungary. Geophysical Transactions **36**, 1–2, 15–36
- TÓTH L., MÓNUS P., ZSÍROS T. 1996: Hungarian Earthquake Bulletin 1995, Budapest, Georisk
- TÓTH L., MÓNUS P., ZSÍROS T. 1997: Hungarian Earthquake Bulletin 1996, Budapest, Georisk
- ZSÍROS T., MÓNUS P., TÓTH L. 1988: Earthquake Catalog (456–1986). Budapest, MTA GGKI

Vertikális elektromos szondázások kiértékelése 1.5-D inverziós módszerrel¹

GYULAI ÁKOS, ORMOS TAMÁS²

A dolgozat új inverziós módszer alkalmazásának első eredményeit mutatja be terepi VESZ mérési adatokon. A módszer lényege az, hogy az inverzióban 1-D direkt feladat megoldást alkalmazunk, viszont 2-D geológiai szerkezet jellemzőit becsüljük meg. (Ezért az 1.5-D elnevezés.)

A szerkezet rétegvastagságait és a fajlagos ellenállások horizontális irányú változásait egyváltozós függvényekkel írjuk le, amelyeknek együtthatóit a szelvény mentén több ponton mért VESZ görbék adataiból együttes LSQ inverzióval számítjuk. Ezzel a módszerrel egyrészt jelentősen csökkentjük az ekvivalencia hatását, másrészt a teljes geológiai modelltől is képet kaphatunk.

Á. GYULAI, T. ORMOS: Interpretation of vertical electrical sounding curves with 1.5-D inversion method

This paper presents the first application results of a new joint inversion method on VES data set measured on field. The basic idea of this method: 1-D forward modelling is used, but the parameter of the 2-D geological structure are estimated. (For this reason we use the 1.5-D designation.)

Each layer thickness and each apparent resistivity versus horizontal distance are described with mathematical functions, and their coefficient are estimated with LSQ joint inversion from VES field data measured on several points on the section. With this method can be reduced significantly the influence of the equivalence, and we can get an image about the complete geological model.

1. Bevezetés

A mérnöki, geológiai, hidrogeológiai, geotechnikai és környezetvédelmi gyakorlatban 1-D (síkréteges), 2-D (dölt réteges és inhomogén), 3-D (inhomogén) geoelektromos struktúrák kutatására egyaránt szükség lehet.

Az 1-D struktúrák kutatására jól kidolgozott egyenáramú módszerek állnak rendelkezésre [KOEFOED 1979].

A 2-D struktúrák kutatására elsősorban FD módszereket dolgoztak ki, beleértve inverziós módszerek kifejlesztését is [LIEBIG 1996; BARKER, LOKE 1996 és még sokan mások]. Dölt, síkréteges esetre GYULAI és ORMOS [1996] közölt inverziós módszert a rétegparaméterek minősített becslésére.

2-D és 3-D struktúrák geoelektromos kutatására tomográfiai módszereket dolgoztak ki [SAKAYAMA, SHIMA 1986; CSÓKÁS et al. 1986]. A geoelektromos tomográfiai módszerek fejlesztésével, illetve továbbfejlesztésével ma már több kutatócsoport is foglalkozik és az eredményeit publikálja.

Anélkül, hogy a dolgozatban ezt részletesen tárgyalnánk, megjegyezzük, hogy mindegyik módszerrel alkalmaznak olyan közelítéseket, amelyek

rontják a paraméterbecslés megbízhatóságát azon túl is, amelyet az inverz probléma belső meghatározatlansága (például ekvivalencia) egyébként is okozna. Ilyen problémaként jelentkezik például az FD inverziónál a diszkretizálásból eredő hibák hatása, vagy blokk inverziónál a blokkok előre meghatározott méretéből, illetve alakjából származó közelítések.

Az előbbieket azért említjük, mert tudatában vagyunk annak, hogy az általunk javasolt új módszer alkalmazhatóságának is vannak feltételei, amelyeket a későbbiekben részletesen kutatni kívánunk.

2. 2-D inverzió lokálisan 1-D előremodellezéssel

A VESZ mérések kiértékelésében elterjedt gyakorlat, hogy a szondázási görbéket egymástól függetlenül értékelik ki (lokálisan 1-D modelleket feltételezve) és a lokális paraméterekből szerkesztéssel határozzák meg a geológiai szerkezet jellemzőit (határfelületeket, fajlagos ellenállásokat, tektonikai elemeket stb.). Ez a gyakorlat azon alapul, hogy a csapásirányú Schlumberger-elrendezésben mért szondázásokat csak kismértékben torzítják a lassú és távoli szerkezeti hatások és ezért a gyakorlat számára elegendő pontosságú paraméterbecslés adható ilyen módon, illetve a becslések megbízhatóságát legalább olyan mértékben ronthatja az in-

¹ Beérkezett: 1997. május 20-án

² Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék, H-3515 Miskolc, Egyetemváros

verz probléma „belső gyengesége”, mint az előbbi közelítések hibája.

Ezért is tartjuk fontosnak olyan együttes (joint) inverziós módszerek kidolgozását, amelyekkel ezt a „belső gyengeséget” lehet feloldani [HERING et al. 1995; MISIEK et al. 1996].

Az általunk kidolgozott és 1.5-D inverzióknak nevezett módszernél lokálisan 1-D előremodellezést alkalmazunk, de a teljes 2-D szerkezet jellemzőit határozzuk (becsüljük) meg.

A módszernél a rétegvastagságok és fajlagos ellenállások szelvény menti változásait alkalmasan választott függvényekkel írjuk le, amelyeket a modellel a priori ismeretei alapján választunk ki.

Az eddigi vizsgálatainkban hatványfüggvényeket:

$$\rho_i(x) = \sum_{n=1}^N a_{in} x^{(n-1)} \quad (1)$$

$$h_i(x) = \sum_{m=1}^M b_{im} x^{(m-1)} \quad (2)$$

és periodikus függvényeket:

$$\rho_i(x) = \frac{1}{2} d_{io} + \sum_{k=1}^K d_{ik} \cos k \frac{2\pi x}{X} + \sum_{k=1}^K d_{ik}^* \sin k \frac{2\pi x}{X} \quad (3)$$

$$h_i(x) = \frac{1}{2} c_{io} + \sum_{l=1}^L c_{il} \cos l \frac{2\pi x}{X} + \sum_{l=1}^L c_{il}^* \sin l \frac{2\pi x}{X} \quad (4)$$

alkalmaztunk (i a rétegeket, x a távolságot, X a szelvényhosszat jelöli). Előnyösek lehetnek azonban más függvények is, amint azt DOBRÓKA [1996] bemutatta.

Az ismeretleneket itt az a_{in} , b_{im} , illetve c_{il} , c_{il}^* , d_{ik} , d_{ik}^* együtthatók jelentik, amelyeket együttes inverzióval határozzunk meg. Az együttes inverzió úgy valósul meg, hogy valamennyi VESZ mérési adatot egyidejűleg vonjuk be az inverziós eljárásba. Az együtthatók a mérési adatokat összekapcsolják, ugyanis rétegenként minden mérőponton (mérőállomáson) azonosak.

Az inverzió befejeztével az (1)–(4) segítségével a szelvényben pontról pontra előállítjuk a modellvastagság és fajlagos ellenállás értékeit.

3. Az inverziós vizsgálat eredménye terepi VESZ adatokon

Az inverziós módszer ellenőrzését néhány modellre szimulált adatokkal elvégeztük. A tesztelés eddigi eredményei azt mutatták, hogy érdemes a

módszer továbbfejlesztésével, illetve alkalmazásával foglalkozni. Ezért kipróbáltuk az új módszert szelvény menti terepi VESZ adatok feldolgozására.

A VESZ méréseket Korlát község határában mérték [FERENCZY 1983]. A szelvényben 6 VESZ görbe állt rendelkezésre, a szelvény 700, 800, 900, 1000, 1150, 1300 m-re lévő pontjaiban. A mérési adatok az 1. ábrán láthatók. A görbék ábrázolásánál eltértünk az r (AB/2) és az R (ρ_a) tengely megszo- kott azonos léptékű beosztásától, azért hogy a ρ_a - beli változások láthatóak legyenek. Az ábra alsó része az 1.5-D inverzió végeredményét mutatja. Jól látható az andezit (tufa?) fokozatos elmélyülése mellett az 1150 m-es pontnál jelentkező hirtelen mélységváltozás is, amelyet vetőként interpretáltunk. Az inverziót 5-réteges modellre oldottuk meg, a startmodell az 1. táblázat mutatja. A 2. ábrán

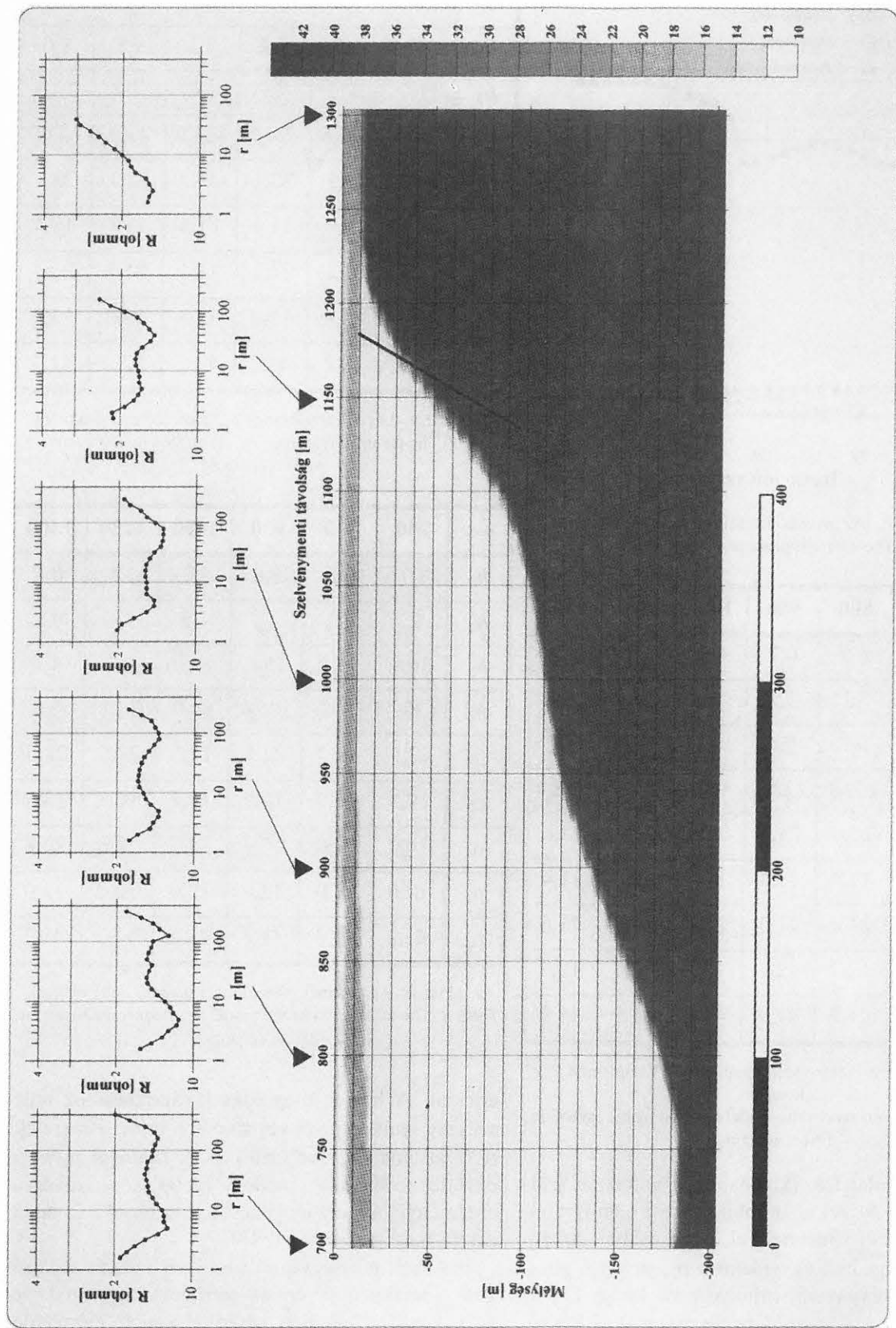
| $p \backslash x$ | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1150 | 1300 |
|------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| h_1 | 1,5 | 0,8 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| h_2 | 4,0 | 3,0 | 2,0 | 2,5 | 2,0 | 0,5 |
| h_3 | 30,0 | 18,0 | 23,0 | 18,0 | 19,0 | 6,0 |
| h_4 | 135,0 | 135,0 | 110,0 | 75,0 | 40,0 | 4,0 |
| ρ_1 | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 |
| ρ_2 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| ρ_3 | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 |
| ρ_4 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 |
| ρ_5 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 |

1. táblázat. A startmodell paraméterei (ρ_i : [ohmm], h_i : [m], x_i : [m])

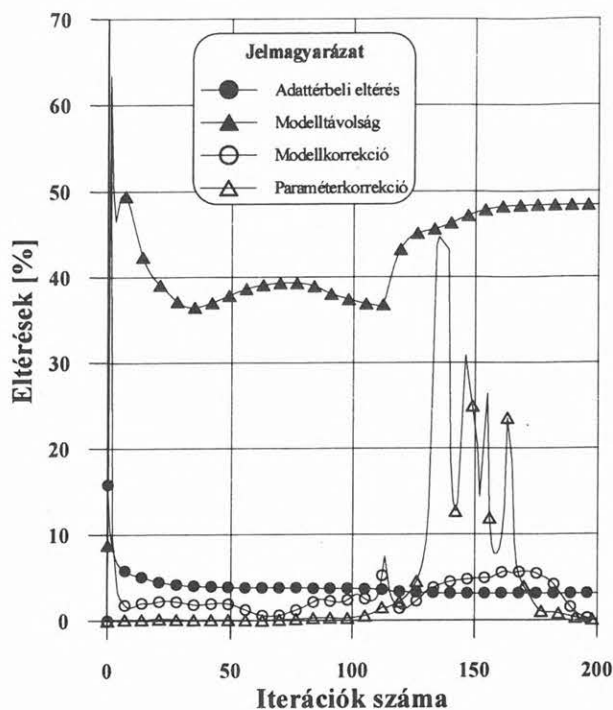
Table 1. The parameters of the startmodel (ρ_i : [ohmm], h_i : [m], x_i : [m])

bemutatjuk az eltérések változását az iteráció folyamán. Ezek az eltérések a paraméter korrekció kivételével HERING és szerzőtársainál [1995] vannak definiálva. A paraméterkorrekciókat az együtthatókból számítottuk. A mintegy 50%-os modell-távolságon azt kell érteni, hogy az inverzióval kapott eredménymodell jelentősen eltér a startmodell-től, tehát ez a módszer távolról eljut a megoldáshoz. Az 1. ábrán látható eredmény-szelvény adatait táblázatosan is bemutatjuk (2. táblázat).

A táblázat sraffozott része mutatja azokat a paramétereket, amelyek változása állomásról állomásra megengedett volt az inverzióban. A 2. táblázat vastagságra vonatkozó eredményeit ötödfokú hatványfüggvénnyel kaptuk, míg a fajlagos ellenállások



1. ábra. Az 1.5-D inverzió eredménye a terepi VESZ adatokkal
Fig. 1. The results of the 1.5-D inversion, and the VES field data set



2. ábra. Az inverzió iterációs folyamata
Fig. 2. The iteration-process of the inversion

| $p \backslash x$ | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1150 | 1300 |
|------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| h_1 | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 1,1 | 1,4 | 0,5 |
| h_2 | 7,7 | 5,2 | 3,2 | 2,2 | 1,5 | 1,0 |
| h_3 | 11,2 | 9,9 | 7,6 | 6,1 | 6,3 | 9,9 |
| h_4 | 165,9 | 159,9 | 122,7 | 98,9 | 38,9 | 0,0 |
| ρ_1 | 23,0 | 23,0 | 23,0 | 23,0 | 23,0 | 23,0 |
| ρ_2 | 11,4 | 11,4 | 11,4 | 11,4 | 11,4 | 11,4 |
| ρ_3 | 21,0 | 21,0 | 21,0 | 21,0 | 21,0 | 21,0 |
| ρ_4 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 |
| ρ_5 | 41,9 | 41,9 | 41,9 | 41,9 | 41,9 | 41,9 |

2. táblázat. Az eredménymodell paraméterei. Valamennyi $\rho_i(x)$ konstans

Table 2. The parameters of the model resulted by the inversion. All $\rho_i(x)$ are constant

rétegenként állandók (konstansok) voltak a szelvény mentén. Mivel ez utóbbira nézve nem rendelkezünk a priori ismeretekkel, egy későbbi vizsgálatban megengedtük egyenként a ρ_2 , ρ_3 és ρ_4 paraméterek szelvény menti változását is. Az így kapott eredményeket a 3.–5. táblázatok mutatják. Látható, hogy a 3. és 5. táblázat vastagság adatait alig befolyásolja a fajlagos ellenállások felszabadítása, viszont a ρ_3 változása jelentősen megváltoztatja a h_3

| $p \backslash x$ | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1150 | 1300 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| h_1 | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 1,1 | 1,4 | 0,5 |
| h_2 | 7,9 | 5,3 | 3,2 | 2,2 | 1,5 | 1,0 |
| h_3 | 11,7 | 10,1 | 7,5 | 5,8 | 5,9 | 10,0 |
| h_4 | 162,3 | 158,6 | 124,2 | 101,9 | 41,0 | 0,0 |
| ρ_1 | 23,1 | 23,1 | 23,1 | 23,1 | 23,1 | 23,1 |
| ρ_2 | 11,4 | 11,4 | 11,4 | 11,4 | 11,4 | 11,4 |
| ρ_3 | 21,1 | 21,1 | 21,1 | 21,1 | 21,1 | 21,1 |
| ρ_4 | 12,5 | 12,6 | 12,7 | 12,8 | 13,0 | 13,2 |
| ρ_5 | 42,2 | 42,2 | 42,2 | 42,2 | 42,2 | 42,2 |

3. táblázat. Az eredménymodell paraméterei. $\rho_4(x)$ változik
Table 3. The parameters of the model resulted by the inversion. $\rho_4(x)$ is changed

| $p \backslash x$ | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1150 | 1300 |
|------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| h_1 | 1,1 | 0,8 | 0,8 | 1,2 | 1,5 | 0,6 |
| h_2 | 4,2 | 3,1 | 2,0 | 1,5 | 1,1 | 0,8 |
| h_3 | 30,9 | 23,1 | 15,6 | 10,9 | 8,5 | 9,7 |
| h_4 | 139,4 | 133,1 | 105,0 | 84,9 | 34,1 | 0,0 |
| ρ_1 | 22,5 | 22,5 | 22,5 | 22,5 | 22,5 | 22,5 |
| ρ_2 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 |
| ρ_3 | 16,4 | 17,0 | 17,7 | 18,4 | 19,6 | 20,8 |
| ρ_4 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 |
| ρ_5 | 41,2 | 41,2 | 41,2 | 41,2 | 41,2 | 41,2 |

4. táblázat. Az eredménymodell paraméterei. $\rho_3(x)$ változik
Table 4. The parameters of the model resulted by the inversion. $\rho_3(x)$ is changed

értékeit. A helyes megoldás kiválasztásához tehát szükség lenne a ρ_3 -ra vonatkozó a priori ismeretekre (konstans vagy változik). A 6. táblázat ρ_2 és ρ_4 együttes változása mellett mutatja az inverzió eredményét, amely lényegesen nem tér el a 2. táblázat vastagság-eredményeitől.

Érdemes megjegyezni, hogy az andezit mélységére vonatkozó inverziós eredmény nagyon közel áll a korábbi, elméleti görbével kapott kiértékelés eredményéhez, amelynél egyszerűbb (3-réteges) modellt feltételeztünk és több a priori információt is felhasználtunk a kiértékeléskor.

| $p \backslash x$ | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1150 | 1300 |
|------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| h_1 | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 1,1 | 1,5 | 0,6 |
| h_2 | 7,8 | 5,0 | 3,0 | 2,0 | 1,3 | 0,8 |
| h_3 | 11,7 | 10,2 | 7,9 | 6,4 | 6,6 | 9,6 |
| h_4 | 164,4 | 158,5 | 121,7 | 98,0 | 38,4 | 0,0 |
| ρ_1 | 23,0 | 23,0 | 23,0 | 23,0 | 23,0 | 23,0 |
| ρ_2 | 11,4 | 11,3 | 11,1 | 11,0 | 10,7 | 10,5 |
| ρ_3 | 20,8 | 20,8 | 20,8 | 20,8 | 20,8 | 20,8 |
| ρ_4 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 |
| ρ_5 | 41,4 | 41,4 | 41,4 | 41,4 | 41,4 | 41,4 |

5. táblázat. Az eredménymodell paramétereit. $\rho_2(x)$ változik
Table 5. The parameters of the model resulted by the inversion.
 $\rho_2(x)$ is changed

Összefoglalásul megállapítjuk, hogy az általunk kifejlesztett új együttes inverziós módszer a jelenlegi formájában alkalmas terepi VESZ adatok feldolgozására olyan módon, hogy a korábbiakhoz képest kevesebb a priori információ esetében is megbízhatóbb becslést ad a geológiai szerkezet egészére nézve.

A szerzők köszönetet mondanak dr. FERENCZY László főmunkatársnak, aki a korábbi mérési adatait rendelkezésünkre bocsátotta. A kutatási eredmények részben a MTA-DFG projekt (nyilvántartási szám az MTA-nál 30 008/70/96, a DFG-nél DR 110/8-1) keretében végzett munkálatok alapján születtek.

HIVATKOZÁSOK

- BARKER R. D., LOKE M. H. 1996: Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosection by a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting* **1**, 131–153
- CSÓKÁS J., DOBRÓKA M., GYULAI Á. 1986: Geoelectric determination of quality changes and tectonic disturbances in coal deposits. *Geophysical Prospecting* **34**, 1067–1081
- DOBRÓKA M. 1996: Laterálisan inhomogén hullámvezetőben terjedő Love-típusú hullámok abszorpciós-diszperziós jellemzőinek joint inverziója. *Magyar Geofizika* **36**, 1, 19–27
- FERENCZY L. 1983: Vizsoly-Korlát községek ivóvízellátásával kapcsolatos geofizikai kutatás.

| $p \backslash x$ | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1150 | 1300 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| h_1 | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 1,1 | 1,5 | 0,6 |
| h_2 | 8,0 | 5,0 | 2,8 | 1,9 | 1,2 | 0,8 |
| h_3 | 12,8 | 10,7 | 8,0 | 6,1 | 6,2 | 9,6 |
| h_4 | 159,2 | 154,0 | 124,0 | 101,2 | 40,8 | 0,0 |
| ρ_1 | 23,1 | 23,1 | 23,1 | 23,1 | 23,1 | 23,1 |
| ρ_2 | 11,5 | 11,2 | 11,0 | 10,8 | 10,4 | 10,0 |
| ρ_3 | 20,6 | 20,6 | 20,6 | 20,6 | 20,6 | 20,6 |
| ρ_4 | 12,5 | 12,6 | 12,7 | 12,9 | 13,1 | 13,3 |
| ρ_5 | 41,5 | 41,5 | 41,5 | 41,5 | 41,5 | 41,5 |

6. táblázat. Az eredménymodell paramétereit. $\rho_4(x)$ és $\rho_2(x)$ változik
Table 6. The parameters of the model resulted by the inversion.
 $\rho_4(x)$ and $\rho_2(x)$ are changed

Kutatási jelentés, Miskolci Egyetem, Geofizikai Tanszék

GYULAI Á., ORMOS T. 1996: Geoelektromos adatok analitikus előremodellezésen alapuló szimultán inverziója dőlt réteges földtani szerkezetekre. *Magyar Geofizika* **37**, 1, 17–26

HERING A., MISIEK R., GYULAI Á., ORMOS T., DOBRÓKA M., DRESEN L. 1995: A joint inversion algorithm to process geoelectric and surface wave seismic data. Part I: basic ideas. *Geophysical Prospecting* **43**, 135–156

KOEFOD O. 1979: *Geosounding Principles, Resistivity Sounding Measurements*. Amsterdam-Oxford-New York

LIEBIG A. 1996: Zweidimensionale geoelektrische Inversion als Teil einer integrierten geophysikalischen Auswertung zur Erkundung oberflächennaher Schichten. Doktori értekezés, Ruhr-Universität, Bochum

MISIEK R., LIEBIG A., GYULAI Á., ORMOS T., DOBRÓKA M., DRESEN L. 1996: A joint inversion algorithm to process geoelectric and surface wave seismic data. Part II: applications. *Geophysical Prospecting* **45**, 65–85

SAKAYAMA T., SHIMA H. 1986: High resolution two dimensional resistivity inversion technique using alfa centers. 56th Annual International Meeting, Houston, SEG Expanded Abstracts, 47–49

Szénhidrogén-tárolókban létrejövő formációkárosodás matematikai modellezése¹

SZÜCS PÉTER², ROBONYI ANDRÁS³

A cikk a szénhidrogén-tárolókban jelentős permeabilitás csökkenést okozó formációkárosodási folyamatok matematikai modellezésével foglalkozik. A modell egyenleteinek felállítása során mind az agyagosság, mind a finomrészecskék hatását figyelembe vesszük. A modell gyakorlati használhatóságát szakirodalomban közölt, laboratóriumi magadatokon mutatjuk be.

P. SZÜCS, A. ROBONYI: Mathematical modelling of formation damage in petroleum reservoirs

A mathematical model for the prediction of formation damage in petroleum reservoirs is presented. The combined effects of clay swelling, external particles invasion, fines generation, migration and retention are quantified. The model was validated using published laboratory data. The successful match between the measured and predicted values of permeability variations demonstrates the accuracy and the capability of the formation damage model.

1. Bevezetés

A hazai kőolaj- és földgázbányászat készleteinek folyamatos csökkenése mellett egyre inkább felértékelődnek azok az emberi tudáson és szakértelmen alapuló módszerek és technológiák, melyek lehetővé teszik, hogy szénhidrogén-tárolóinkat minél nagyobb kizozatali hatásokkal művelhessük le. Ennek a stratégiának a részeként egyre inkább előtérbe kerül a formációvédelem témaköre is. A formációvédelem fő célja az, hogy a különböző műveletek és beavatkozások során a gáz- vagy olajtároló minél kisebb mértékben károsodjon. Hogy ez az elv maradéktalanul megvalósulhasson, természetesen pontosan kellene ismerni a különböző formációkárosodási folyamatokat. Ebben lehet nagy jelentősége a formációkárosodás matematikai modellezésének, hiszen eddig főként csak kvalitatív leírások születtek annak ellenére, hogy a formációkárosodás jelenségének az ismerete szinte egyidős a kőolaj- és földgázbányászattal.

Magyarországon eddig a formációkárosodás komplex modellezésével nem foglalkoztak, ugyanakkor a nemzetközi szakirodalomban található matematikai modellek száma is igen csekélynek tekinthető. A szerzők ebben a tanulmányban az általuk kifejlesztett formációkárosodási modellt ismer-

tetik, mely az elsődleges rétegmegnyitási tevékenységhez kapcsolódik.

2. Formációkárosodás

A különböző formációkárosodási folyamatok, melyek termelékenységre, illetve permeabilitáscsökkenéssel járnak együtt, végigkísérik egy szénhidrogén-tároló „teljes életét”. Károsodás léphet fel az elsődleges rétegmegnyitás (fúrás), a bélészsövezés, a cementezés, a másodlagos rétegmegnyitás (perforálás), a termelés és minden egyéb, a mezőt érintő beavatkozás során. Ha a mechanikai deformációktól eltekintünk, a legfontosabb permeabilitáscsökkentő hatások a kőzet-folyadék kölcsönhatásokhoz köthetők az alábbi három kategória szerint [LEONE, SCOTT 1987].

a) Finomrészecskékhez kapcsolódó károsodás

A fúróiszapban, az iszapfiltrátumban és a kőzet pórustereiben mm nagyságrendbe eső, különböző típusú részecskék találhatók. Ha a részecskék mozgásba jönnek, elakadhatnak a szűk pórustorkoknál, ez drasztikus permeabilitás csökkenéssel jár együtt.

b) Agyagok duzzadása

A kőzetvázban és a kőzet pórustereiben található agyagásványok egy része nagymértékben duzzadhat, ha az eredeti rétegfolyadék kémiai összetétele a külső beavatkozások hatására megváltozik. Ebben az esetben mind a porozitás, mind a permeabilitás jelentős csökkenésére számíthatunk.

¹ Beérkezett: 1997. február 11-én, készült a Magyar Geofizikusok Egyesülete által 1996. április 25-26-án rendezett Ifjú Szakemberek Ankétján elhangzott, második díjat nyert előadás alapján

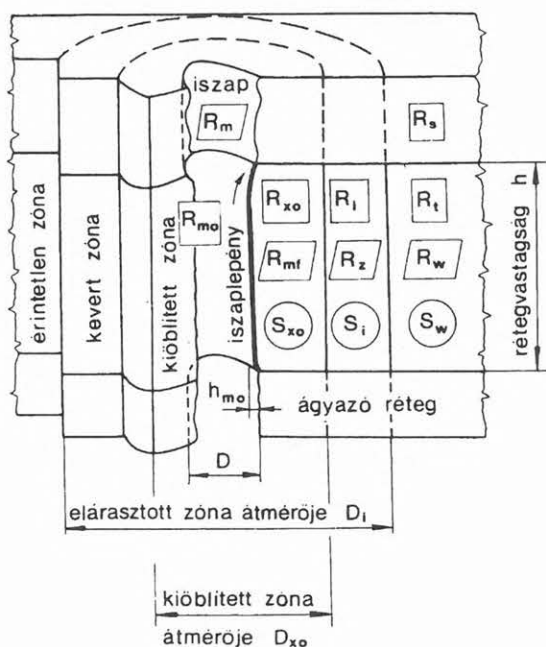
² MTA Bányászati Kémiai Kutatólaboratóriuma, H-3515 Miskolc, Egyetemváros, Pf. 2

³ MOL Rt. KTÁ KFÜ, Miskolci Távvezetési Üzem, H-3527 Miskolc, Sajószigeti út 1.

c) Geokémiai átalakulások

A különböző kémiai reakciók során olyan oldási, lerakódási és csapadékképződési mechanizmusok játszódhatnak le, melyek szintén jelentős porozitás és permeabilitás csökkenéssel járnak együtt.

A sokféle károsító beavatkozás közül leginkább az *elsődleges rétegnýtás*, azaz a *mélyfúrási tevékenység* hat leginkább egy tárolóra. Ezért a továbbiakban az itt lejátszódó folyamatokkal és azok modellezésével foglalkozunk. Maga a fúrási tevékenység igen drasztikus beavatkozás. Jelentős mértékben megváltozik a feszültségállapot, a nyomás- és hőmérsékletviszony. Létrejön az elárasztás, kialakul a külső és a belső iszaplepeny. A fúrólyuk körül zónák alakulnak ki, melyeket az 1. ábrán láthatunk a jól ismert fajlagos ellenállás és telítettség értékekkel. A károsodási folyamatok a fúrólyuk falától az elárasztott zóna határáig terjedő térrészben játszódnak le az idő függvényében. Ezeket a folyamatokat az alábbiakban felsorolt tényezők befolyásolják a leginkább [LIU, CIVAN 1995].



1. ábra. A fúrólyuk közvetlen környezete
Fig. 1. The borehole and the surrounding formation

- Részecske és pórusméret eloszlás

Teljesen nyilvánvaló, hogy a finomrészecske és a pórusméret eloszlás nagyon jelentős szerepet játszik a formációkárosodásban. Minél nagyobbak a részecskék a pórusokhoz, a póruscsatornákhöz és a pórustorkokhoz viszonyítva, annál inkább valószínű, hogy eltömődhetnek az áramlási útvonalak. A külső és belső iszaplepeny kialakulásának a folyamatában is ezek a paraméterek játszanak döntő szerepet.

- Mobilizáló és visszatartó erők

A kőzetben belül a finomrészecskék és az apró agyagszemcsék mozgását sokfajta erő befolyásolhatja [KHILAR, FOGLER 1983]. A legjelentősebbnek számító hidrodinamikai erők mellett sokszor figyelembe kell venni a van der Waals elektromos ket-tősrétegnél fellépő erőket, a kémiai kötések és a gravitációs erőket.

- Sókoncentrációk

A kőzetbe bekerült fluidum (iszapfiltrátum) sókoncentrációja az egyik fő tényezője az agyagok duzzadását befolyásoló mechanizmusnak. Egy kritikus koncentráció érték alatt pedig megindulhat a pórusfalon megtapadó agyagrészecskék leválása.

- Áramlási viszonyok

Azt, hogy milyen áramlási viszonyok alakulnak ki a kőzetben belül, a hidrodinamikai erők határozzák meg. A hidrodinamikai erőket pedig a fúrólyukban és a pórusokban lévő nyomásviszonyok alakítják. Itt lép fel annak a jelentősége, hogy a fúrólyukat mennyire biztosították túl, azaz mekkora a fúróiszap nyomása az adott mélységszinten a rétegnomással szemben. Az áramlási viszonyok témaköréhez tartozik a pórustérben mozgóképes fázisok számának a meghatározása is.

- Hőmérséklet

A legtöbb esetben a fúrási tevékenység megváltoztatja a kőzetben uralkodó hőmérsékletet. Ez mechanikai szempontból termikus expanziót vagy kontrakciót eredményezhet a formáción belül. E hatás kis mértékben szintén befolyásolhatja a porozitást és a permeabilitást.

- Szerves anyag jelenléte

A különböző laboratóriumi vizsgálatok azt mutatták ki, hogy szerves anyag jelenléte csökkentheti a formációkárosodás mértékét. SARKAR, SHARMA [1990] látványos kísérletek során megmutatta, hogy a filtrátumhoz kevert nehézelaj-származék vagy a pórustérben jelenlévő maradék olajteltettség jótékonyan hat az agyagásványok stabilizációjára.

- Nedvesedési viszonyok

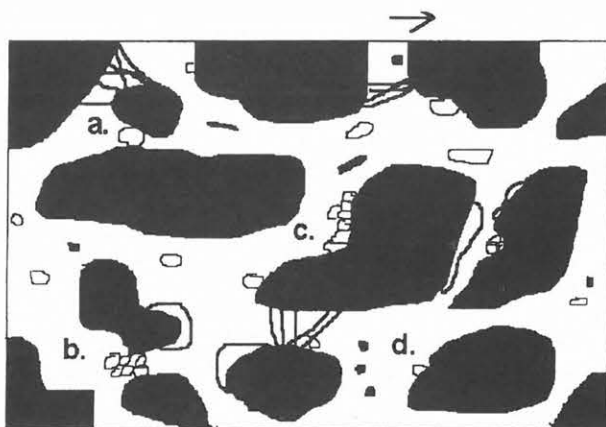
A különböző részecskék, a kőzet és a pórusfalak nedvesedési viszonyai jelentősen befolyásolhatják az egész folyadékrendszer mozgását. A kőzetek általában víznedvesítő jellege miatt nagy különbségek adódhatnak attól függően, hogy a pórustérben csak víz vagy esetleg olajfázis is jelen van.

Bizonyos esetekben a kapilláris nyomás értékek erősen befolyásolhatják annak a kritikus hidrodinamikai gradiensnek az értékét, melynél megkezdődik a finomrészecskék leszakadásának a folyamata a pórusfalról.

3. A formációkárosodás matematikai modellezése

Az általános áttekintés után következhet a formációkárosodási modell leírása. Ebben a részben bemutatjuk egy korábbi modellünk [SZÜCS, ROBONYI 1995] továbbfejlesztett változatát. A fejlesztésnél figyelembe vettük azokat a kritikai észrevételeket, melyet CIVAN [1992] tett egy elemzés során, amikor összehasonlított hat különböző, a szakirodalomban publikált formációkárosodási matematikai modellt.

Egy matematikai modell megalkotásánál fontos pontosan definiálni azokat a főbb jelenségeket, melyek egy rendszerben lejátszódó folyamatokért a leginkább felelősek. A formációkárosodás folyamatának a megértéséhez szükséges tudnunk azt, hogy mi játszódik le a pórustérben. Ehhez alkottunk egy pórustér modellt, mely a 2. ábrán látható. A főbb jelenségeket a., b., c. és d. betűkkel jelöltük. Először beszéljünk a finomrészecskékről. A fúrólyuk felől kialakuló nyomásgradiens hatására a pórustérben található szuszpenzió, melyben külső és belső eredetű finomrészecskék találhatók, elkezd áramlani. A szuszpenzióban lévő finomrészecskék egy része eltömítheti a pórustorkokat és póruscsatornákat. Az eltömődés kétféle módon jöhet létre. Egy részecske önmagában is akkora méretű, hogy elzár egy csatornát (a. eset). Ezt a nemzetközi szakirodalom *plugging* névvel jelöli. Több részecske torlódik össze egy pórustoroknál (b. eset). Ezt a típusú elzáródást *bridging* névvel illetik. Természetesen a részecskék a pórusfalakon is lerakódhatnak (c. eset), illetve a hidrodinamikai erők hatására onnan újra leválhatnak. A finomrészecskék mellett az agyagásványok lehetnek felelősek még jelentős permeabilitás csökkenésért. Mivel formációkárosodási szempontból eltekinthetünk a szerkezeti és lamináris agyagok hatásától, ezért a diszperz agyagokra [BASSIOUNI 1994] kell koncentrálni. A diszperz agyagok a pórustéren belül háromféleképpen helyezkedhetnek el. Megkülönböztethetők a diszkrét agyag szemcsék (d. eset), a pórus-áthidaló agyagok és a pórusfalat kibélelő agyagok. A diszperz agyagok réteggárosító hatása a duzzadó mechanizmusokon alapszik.



2. ábra. A pórustér modellje
Fig. 2. The model of the pore-space

Az alábbiakban részletezett egyenletek leírásánál a következő modellfeltételekkel dolgoztunk:

- a közeg izotróp;
- a réteggárosító folyamat izotermális;
- az egydimenziós, horizontális, egyfázisú áramlás Darcy jellegű;
- a gravitációs hatásoktól eltekintettünk;
- a permeabilitás csökkenése a finomrészecskék lerakódásával és eltömő mechanizmusával, valamint az agyagok duzzadásával magyarázható.

Ezek után rátérhetünk azoknak az egyenleteknek a leírására, melyek lehetővé teszik a permeabilitás és a porozitás időtől és helytől való függésének a megadását a porózus közegen belül. Egy formáción belül a permeabilitás csökkenése összefügg az effektív porozitás csökkenésével, melyet matematikailag így is írhatunk:

$$K / K_0 = f(\varphi / \varphi_0), \quad (1)$$

ahol K_0 és φ_0 az érintetlen kőzet permeabilitása és effektív porozitása. Amint a fúrási tevékenység eléri az adott réteget, a porozitás értéke változhat.

$$\varphi = \varphi_0 - \sigma / \rho_p \quad (2)$$

A (2) egyenletben σ fejezi azt az egységnyi térfogatra jutó tömegmennyiséget, mely az effektív porozitást csökkenti, ρ_p pedig ennek a pórustérbe bekerült anyagnak a sűrűségét jelöli. Az (1) és (2) egyenletet figyelembe véve, valamint a σ_i jelölést bevezetve:

$$K / K_0 = f(\sigma / \sigma_i), \quad (3)$$

illetve hatványfüggvény kapcsolatot feltételezve (m — permeabilitás csökkenési index)

$$K / K_0 = (\sigma / \sigma_i)^m. \quad (4)$$

A σ_i a σ maximális értéke, amikor a porozitás zérussá válik. Így a (2) egyenlet alapján

$$\sigma_i = \rho_p \varphi_0. \quad (5)$$

A fenti egyenletekben szereplő σ a két fő károsító folyamatnak megfelelően két részre bontható:

$$\sigma = \sigma_p + \sigma_{sw}, \quad (6)$$

ahol σ_p a finomrészcscék pórusokban való lerakódását fejezi ki, míg σ_{sw} a folyadék abszorpció hatására létrejövő agyagduzzadást fejezi ki. A közet-mátrix által abszorbeált folyadék mennyisége FICK második törvénye alapján határozható meg:

$$\partial \rho_{l,s} / \partial t = D \partial^2 \rho_{l,s} / \partial x^2 \quad (7)$$

ahol D a diffúziós tényező, x a pórus felszínétől mért távolság, $\rho_{l,s}$ a közet által abszorbeált folyadék koncentrációja. A (7) egyenlet megoldására a kezdeti és peremfeltételeket figyelembe véve az alábbi összefüggést kaphatjuk:

$$S = Bt^{0.5}, \quad (8)$$

ahol S a folyadék abszorpció sebessége egységnyi térfogatra vonatkoztatva, B a modell egyik paramétere. A közet által felvett folyadékot is számításba véve meghatározható a permeabilitás csökkenés azon része, mely az agyagduzzadással kapcsolatos:

$$d(K/K_0)_{sw} / dt = ABt^{-0.5} [(K/K_0)_{sw} - (K_t/K_0)] \quad (9)$$

ahol A arányossági tényező, míg K_t egy olyan permeabilitás határérték, mely akkor lépne fel, ha a folyamat végtelen ideig tartana. Az sw index az agyag duzzadásra utal. A (9) egyenlet megoldása az alábbi formában írható:

$$(K/K_0)_{sw} = (K_t/K_0) + C \exp(2ABt^{0.5}). \quad (10)$$

Az A , B , C és K_t modell paramétereket a későbbiekben ismertetett inverziós algoritmus segítségével lehet meghatározni. Az agyagok duzzadása után rátérhetünk a részecskék mozgásának a modellezésére.

$$\partial \sigma_p / \partial t = k_1 u \rho_{p,f} (\sigma_t - \sigma_p) - k_2 \sigma_p [(-\partial p / \partial x) - (-\partial p / \partial x)_{cr}] U [(-\partial p / \partial x) - (-\partial p / \partial x)_{cr}] \quad (11)$$

A (11) egyenlet a pórusokba lerakódott finomrészcscék mennyiségét fejezi ki. A folyamat két részből tevődik össze. Az egyenlet jobb oldalának az első tagja a szuszpenzióból való lerakódás jelenségét írja le. Emellett a már kivált részecskék egy kritikus nyomás gradiens hatására újra mozgásba kerülhetnek. Ezt fejezi ki az egyenlet jobb oldalának a második tagja. A k_1 és k_2 modell paramétereket szintén a későbbiekben ismertetett algoritmus segítségével határozhatjuk meg. A szivárgási sebesség meghatározásánál a Darcy-összefüggést érvényesnek tételezzük fel:

$$u = (K/\mu)(-\partial p / \partial x), \quad (12)$$

ahol p a fluidum nyomását jelöli egy adott x helyen. Ezenkívül a formációkárosodási modell lezárása-

ként az agyagmérleg-egyenleteket írhatjuk fel mind a folyadék, mind pedig a szilárd fázisra a következőképpen:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\phi \rho_{l,f}) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_{l,f} u) + S = 0, \quad (13)$$

és

$$\frac{\partial}{\partial t}(\phi \rho_{p,f} + \sigma_p) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_{p,f} u) = 0, \quad (14)$$

ahol $\rho_{l,f}$ és $\rho_{p,f}$ az áramló szuszpenzió folyadék és finomrészcscske koncentrációja.

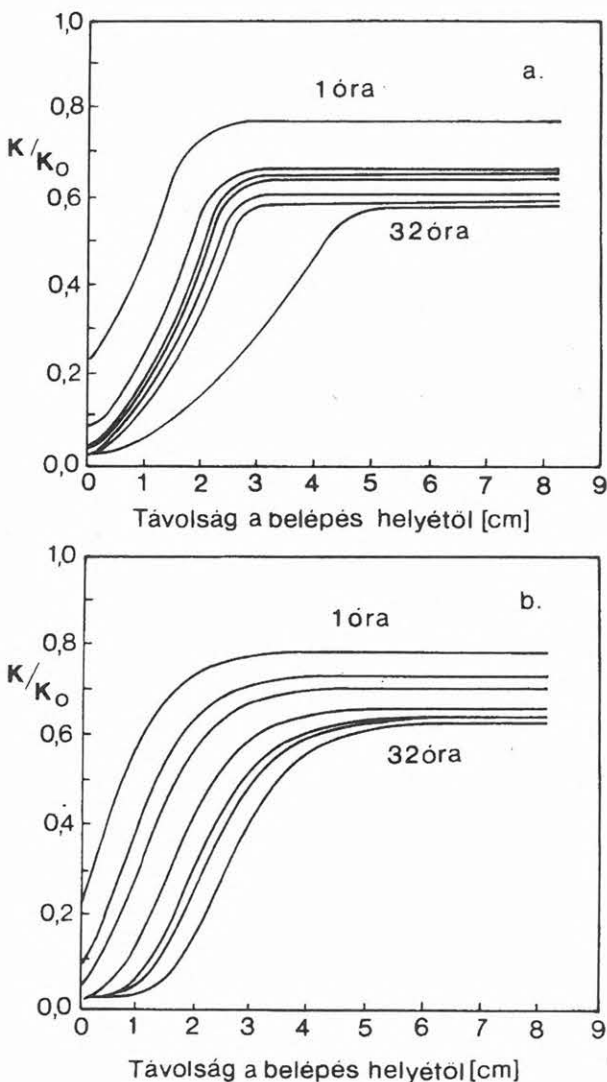
A modell paramétereinek a meghatározása

A fenti egyenletekben szereplő hat modell paraméter (A , B , C , k_1 , k_2 , K_t) meghatározására inverziós algoritmust állítottunk fel. A parciális differenciálegyenletek megoldására a véges differenciák módszerét alkalmaztuk [SZARKA 1991]. Az inverziós algoritmus magjaként a P-normát [STEINER 1991] használtuk. A globális minimumhely megtalálását biztosító algoritmusok közül a mérnöki gyakorlatban leginkább elterjedt Simulated Annealing [KIRKPATRICK et al. 1983] módszert építettük be. Az inverziós algoritmus teljes felépítését megkönnyítette, hogy támaszkodhattunk korábbi munkáinkra. SZÜCS [1996] bemutatta a Simulated Annealing adaptálásának előnyeit a legkülönbözőbb statisztikai normákra. SZÜCS és CIVAN [1996] pedig mélyfúrási geofizikai eljárást dolgozott ki.

A matematikai modell tényleges kipróbálásához mérési adatokra volt szükségünk. A modell paramétereinek a meghatározásánál mi is laboratóriumban mért magadatokat használtunk fel, ahogy a többi eddig közölt károsodási modellnél tették. Az elméleti vizsgálatok során a mások által is feldolgozott irodalmi alap-adatrendszerek adaptálásának két fő előnye van. Egyrészt kezdetben mentesülünk a fáradságos és nagy pontosságot igénylő laboratóriumi vizsgálatoktól. Másrészt pedig így a későbbiekben lehetőségünk lesz összehasonlító vizsgálatokra, melyek különböző modellekre terjedhetnek ki. Természetesen a jövőben saját mérési anyagon is be szeretnénk mutatni a javasolt modell alkalmazhatóságát.

A tényleges inverziós vizsgálatok HART et al. [1960] adatainak a felhasználásával történtek. Ahhoz, hogy követni lehessen a formációkárosodás folyamatának jellegét, valamilyen, a jelenséggel szoros kapcsolatban lévő jellemző tértől és időtől függő mérésre van szükségünk. Ez a jellemző mennyiség leginkább a permeabilitás lehet. HART és szerzőtársai egy 8,2 cm hosszú agyagos homokkő magon keresztül iszapfiltrátumot áramoltattak,

majd mérték az idő és a hely függvényében, hogy hogyan alakul a permeabilitás a kezdeti értékhez viszonyítva. A 3. ábra (a) része a mérési eredményeken alapuló permeabilitás görbéket mutatja be, míg a (b) rész a formációkárosodási modell alapján számítottakat. A 3. ábrán jól követhető, hogy a károsodás kialakulása a korai időszakban a legnagyobb mértékű. Emellett azt is láthatjuk, hogy folyamatos elárasztás mellett a permeabilitás profil még 32 óra elteltével is változhat. A mért és számított permeabilitás görbék vizuális hasonlósága és a statisztikai mérőszámok alapján megállapíthatjuk, hogy már egy viszonylag egyszerű, hat ismeretlen-



3. ábra. A kezdeti permeabilitással normált permeabilitás értékek az idő (1, 2, 3, 7, 14, 18 és 32 óra elteltével) és a hely függvényében: (a) HART et al. [1960] mérési adatai; (b) a szimuláció alapján kapott értékek

Fig. 3. Comparison of local permeability to initial permeability ratio for HART et al. [1960]. Case after 1, 2, 3, 7, 14, 18 and 32 h of flow: (a) experimental and (b) simulated

nel rendelkező matematikai modellel is kielégítően modellezhető a formációkárosodás összetett folyamata. A számítások során felhasznált adatokat és végeredményeket az 1. táblázatban tekinthetjük meg.

| |
|---|
| Kezdeti feltételek: |
| $\sigma_{p,t=0} = 0 \text{ g / cm}^3$ |
| $(\rho_{p,f})_{t=0} = 0 \text{ g / cm}^3$ |
| Peremfeltételek: |
| $(\rho_{p,f})_{x=0} = 0,00043 \text{ g / cm}^3$ |
| $p_{x=0} = 3,72 \text{ atm}$ |
| $p_{x=8,2} = 1,00 \text{ atm}$ |
| Mag és fluidum adatok: |
| $\phi_0 = 0,312$ |
| $K_0 = 0,131 \text{ darcy}$ |
| $m = 3$ |
| $L = 8,2 \text{ cm}$ |
| $\mu = 0,685 \text{ cp}$ |
| $\rho_l = 1 \text{ g / cm}^3$ |
| $\rho_p = 25 \text{ g / cm}^3$ |
| A modell paraméterei: |
| $A = -0,4583$ |
| $B = 0,012 \text{ g / cm}^3 / \text{s}^{0,5}$ |
| $C = 0,41$ |
| $k_1 = 5 \text{ cm}^2 / \text{g}$ |
| $k_2 = 0,0000012 \text{ cm}^2 \text{ s / g}$ |
| $(K_t / K_0) = 0,59$ |

1. táblázat. HART et al. [1960] adatai és a modell paraméterei
Table 1. The data of HART et al. [1960] and the model parameters

Összefoglalás

Az optimális fűrési technológia és formációvédelmi stratégia kialakításához nélkülözhetetlenek azok az információk, melyek egy adott rétegben várható formációkárosodási folyamatokkal kapcsolatosak. A szerzők ebben a tanulmányban egy olyan matematikai modellt alkottak, mely elősegítheti a formációkárosodás jelenségének jobb megértését. A modell gyakorlati alkalmazhatóságát laboratóriumi magadatokkal történt összehasonlítás bizonyította. Távlati célként két fő irány jelölhető

ki. Egyrészt fontos a saját mérési adatrendszer előállítás és a matematikai modell továbbfejlesztése. Másrészt kiemelnénk, hogy a jelenlegi modell nem in situ mérési adatokon alapszik. Fontos lenne, hogy a laboratóriumi magadatok mellett más, közvetlen mérési anyagra is támaszkodhassunk. A szerzők jelenleg azon dolgoznak, hogy hogyan használhatók a mélyfúrási geofizika adatai és információi a formációkárosodás mértékének meghatározásában [SZÜCS, HURSÁN 1996]. Ez új fejezetet nyithat meg az amúgy széles körben használt mélyfúrási geofizika alkalmazásában.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk kifejezni köszönetünket az OTKÁ-nak (F16804, W15316), melynek anyagi támogatása tette lehetővé az itt ismertetett munka megvalósítását.

Melléklet

A jelen munkában alkalmazott jelölések

| | |
|-------|--|
| A | modell paraméter; |
| B | modell paraméter; |
| C | modell paraméter; |
| D | diffúziós együttható [m^2/s]; |
| f | függvény; |
| k_1 | modell paraméter [m^2/kg]; |
| k_2 | modell paraméter [$\text{m}^2\text{s}/\text{kg}$]; |
| K | permeabilitás [m^2]; |
| K_i | modell paraméter [m^2]; |
| p | nyomás [$\text{kg}/\text{m}^2\text{s}^2$]; |
| S | a folyadék abszorpció sebessége egységnyi térfogatra normálva [$\text{kg}/\text{m}^3/\text{s}$]; |
| t | idő [s]; |
| u | szivárgási sebesség [$\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$]; |
| U | egységugrás függvény; |
| x | távolság [m]; |

Görög betűk:

| | |
|----------|---|
| ϕ | effektív porozitás; |
| σ | pórustérbe kerülő, egységnyi térfogatra vonatkoztatott tömegmennyiség [kg/m^3]; |
| ρ | sűrűség, vagy koncentráció [kg/m^3]; |
| μ | dinamikus viszkozitás [$\text{kg}/\text{m}/\text{s}$]; |

Alsó indexek:

| | |
|----|----------------|
| 0 | kezdeti érték; |
| cr | kritikus; |

| | |
|-------|------------------------------------|
| i | index; |
| l | folyadék; |
| l,f | a folyadék fázis a szuszpenzióban; |
| l,s | folyadék a közetmátrixban; |
| p | részecske; |
| p,f | részecske a szuszpenzióban; |
| s | közetmátrix; |
| sw | duzzadás; |
| t | totális, teljes; |
| v | végző állapot; |

Felső index:

| | |
|-----|---------------------------------|
| m | permeabilitás csökkenési index. |
|-----|---------------------------------|

HIVATKOZÁSOK

- BASSIOUNI Z. 1994: Theory, measurements, and interpretation of well logs. SPE Textbook Ser. 4, 1–372. Richardson, TX
- CIVAN F. 1992: Evaluation and comparison of the formation damage models. Paper SPE 23787 presented at the SPE International Symposium on Formation Damage held in Lafayette, Louisiana
- HART R. T., FEKETE T., FLOCK D. L. 1960: The plugging effect of bacteria in sandstone systems. Can. Mining Metall. Bull. 53, 495–501
- KHILAR K. C., FOGLER H. S. 1983: Colloidally induced fines migration in porous media. Review in Chemical Engineering 4, 142, 41–108
- KIRKPATRICK S., GELATT C. D., VECCHI M. P. 1983: Optimization by simulated annealing. Science 220, 671–680
- LEONE J. A., SCOTT E. M. 1987: Characterization and control of formation damage during waterflooding of a high-clay-content reservoir. Paper SPE 16234 presented at Society of Petroleum Engineers Symposium, Oklahoma City
- LIU X., CIVAN F. 1995: Formation damage by fine migration including effects of filter cake, pore compressibility, and non-Darcy flow — A modelling approach to scaling from core to field. Paper SPE 28980 presented at the SPE International Symposium on Oilfield Chemistry held in San Antonio, TX
- SARKAR A. K., SHARMA M. M. 1990: Fines migration in two-phase flow. Journal of Petroleum Technology 42, 646–652
- STEINER F. (Ed.) 1991: The most frequent value. Introduction to a modern conception of statistics. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1–315

- SZARKA Z. 1991: Alkalmazott matematika (Parciális differenciálegyenletek). J 14–1742, Tankönyvkiadó, Budapest, 1-486
- SZÜCS P. 1996: Theoretical and practical consequences of the global optimization methods. *Acta Geodetica Geophysica Hungarica* **30** (2–4), 301–312
- SZÜCS P., CIVAN F. 1996: Multi-layer well log interpretation using the simulated annealing method. *Journal of Petroleum Science and Engineering* **14**, 209–220
- SZÜCS P., HURSÁN L. 1996: A mélyfúrási geofizika alkalmazásának lehetőségei a formációkárosodás mértékének meghatározásában. *Kőolaj- és Földgázbányászati Kommunikáció '96 c. ankét, Szolnok*
- SZÜCS P., ROBONYI A. 1995: An applicable formation damage model in sandstone reservoirs. *Publications of the University of Miskolc, Series A, Mining* **50**, 267–273. Miskolc, Hungary

Komplex geofizikai kutatások a Budai Várban¹

PATTANTYÚS-Á. MIKLÓS, HERMANN LÁSZLÓ, PRÓNAY ZSOLT, TÖRÖS ENDRE²

A budai Várhegy alapkőzete márga, amelyet mészkő és a feltalaj takar. A történelmi idők folyamán igen sok üreget, pincét vájtak ebbe a puhább anyagba. A mai időkre már egy komplex, háromszintű labirintus rendszer alakult ki a felszínen lévő történelmi épületek alatt — van is olyan mondás, hogy egy egész föld alatti város létezik a Budai Vár alatt. Ezek a pincék igen sok esetben mára már nagyon rossz állapotban vannak. A járatok egy része nincs is feltárva, sok helyen egy-egy később épített falazás zárja el a folytatást, a legtöbbjük törmelékkel van tele. Emiatt a várban igen gyakori a felszíni süllyedés vagy omlás.

A geofizika feladata az utak, járdák és parkok alatti feltáratlan pincék megkutatása annak érdekében, hogy ez alapján tervezhető legyen a föld alatti feltárás és megerősítés. A kutatásnak gyakran régészeti célja is van, például amikor a régi várfalak kimutatása a feladat. A meglévő térképek jó része pontatlan, illetve egymásnak ellentmondó, ezért a geofizika feladata volt a föld alatti (több, mint 10 m mélyen elhelyezkedő) pontok azonosítása is a felszínen.

A felsorolt sokféle feladat megoldására szeizmikus reflexiók, refrakciók és tomográf módszert, a földradart és különböző tekercs-elrendezésű elektromágneses méréseket alkalmaztunk. A mészkő aljzat változását szeizmikus reflexióval kutattuk. A pincék és üregek kimutatására szeizmikus és radar módszert használtunk, de a földradar eredmények értelmezésénél problémát jelent, hogy a különböző vízcsövek és közművek által okozott reflexiók interferálnak a hasznos jelekkel.

M. PATTANTYÚS-Á., L. HERMANN, ZS. PRÓNAY, E. TÖRÖS: Combined geophysical investigation on Buda Castle Hill

Castle Hill in Budapest is formed of marl covered by limestone and topsoil. Many of the caves and cellars in the area were deepened and excavated into this soft material during historical times. Nowadays, a complex, three-level labyrinth exists under the ancient buildings — sometimes it is said that there is an underground town beneath the Castle. In many cases, the condition of these cellars is extremely poor. Some of the galleries are unexplored, many of them are closed off by walls built later, and/or filled with debris. Surface subsidence or collapse are frequent events at these places.

The task of geophysics is to investigate the unexplored cellars beneath the roads, pavements and parks in order to guide the underground excavation and reinforcing activities. Frequently, prospecting is needed for archaeological purposes, such as tracing the remains of ancient walls. Since the existing site maps of cellars tend to be incorrect and contradictory, identification of underground points (at a depth of more than 10 m) on the surface could also be a geophysical prospecting task.

Seismic reflection, refraction and tomography, ground penetrating radar (GPR) and electromagnetic measurements with several transmitter-receiver coil configurations are the geophysical methods utilised for these complex tasks. The relief of the limestone bedrock was prospected by seismic reflection profiles. Responses of cellars and caves were investigated by seismics and GPR but the reflections of the latter are superimposed on and interfered with the reflections of water pipes and other public utilities.

1. Földtani leírás

A Budai Várhegy természeti és mesterséges kinccseivel felbecsülhetetlen értéket képvisel mind a főváros, mind a nemzet számára, ezenkívül a világörökségnek is része. Az itt található értékek közé sorolhatók a barlangok és mélypincék ugyanúgy, mint a várfalak és támfalak, a lakóházak és a paloták, és mélyépítési szempontból mindezek szoros kapcsolatban vannak egymással — és persze a teljes közműhálózattal is. Ennek az összetettségnek a szem előtt tartása a legfontosabb a geotechnikai

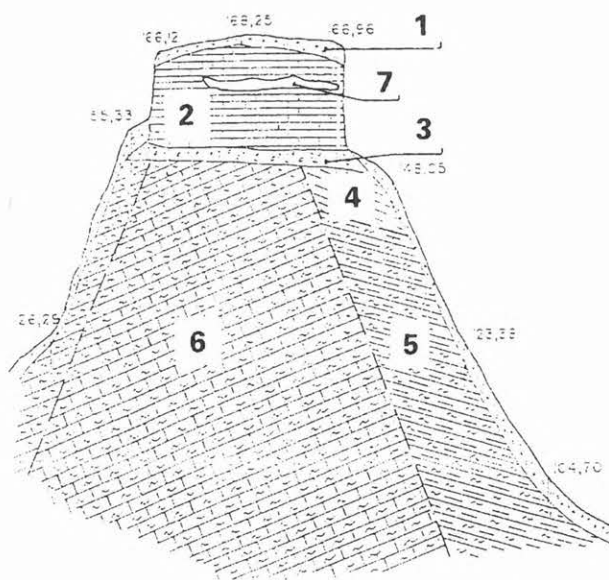
vizsgálatoknál, és ez befolyással van a geofizikai kutatásra is.

Az üledékes kőzetekből álló hegy fő tömege a felső eocén kori budai márga, amelyre több helyen agyag települt (1. ábra). A pleisztocén korban működött melegvíz-forrásokból lerakódott édesvízi mészkő megvédte a hegyet a lepusztulástól. Ez alatt a „mészkő-sapka” alatt — 7–11 m mélységben — számos barlangpince, illetve pincerendszer található, többnyire a puhább márgába vájva.

A barlangok eredetileg a mészkő alsó síkjánál az alulról feltörő hévíz üregképző hatására jöttek létre. Később a középkori háztulajdonosok mélypincéikből megnyitották az üregeket, és ezeket egymással összekötve több kilométer hosszú labirintus alakult

¹ Poszter szekció keretében bemutatásra került az 56. EAEG-konferencián Bécsben, 1994-ben. A kézirat beérkezett 1997. március 14-én

² Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.



1. ábra. A Budai Vár földtani felépítése. 1: feltalaj, feltöltés, 2: édesvízi mészkő (pleisztocén), 3: alluviális pleisztocén hordalék, 4: kiscelli agyag (középső oligocén), 5: tardi márga (alsó oligocén), 6: budai márga (felső eocén), 7: üreg, barlang

Fig. 1. Geological structure of Buda Castle Hill. 1: debris, 2: limestone (Pleistocene), 3: alluvial deposit (Pleistocene), 4: clay (Middle-Oligocene), 5: argillaceous marl (Lower-Oligocene), 6: marl (Upper-Eocene), 7: cavity

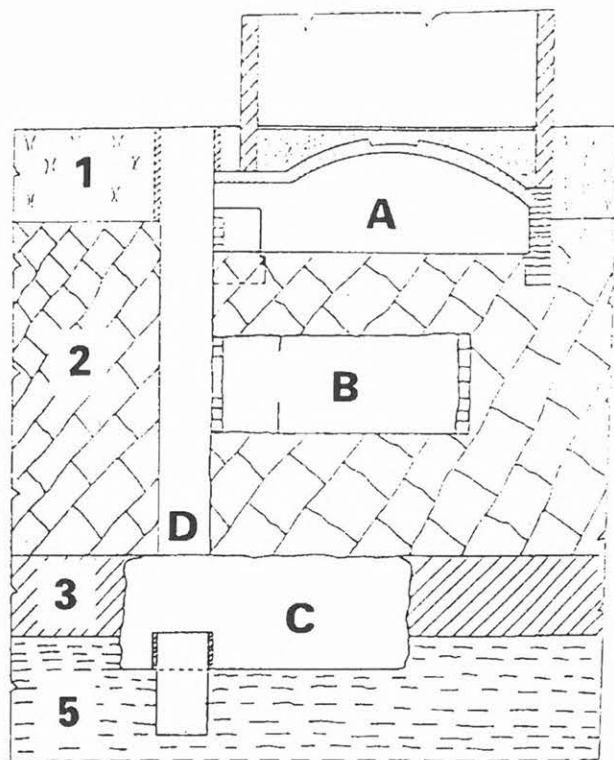
ki. Jelenlegi ismereteink alapján 52 kisbarlang maradt egymástól független. A barlangok összes alapterülete meghaladja a 18 000 m²-t és mára egy háromszintű rendszert képeznek a pincékkel együtt (2. ábra).

2. Kihívás a geofizika számára

Ilyen összetett és sokrétű feladat megoldására több geofizikai módszer bevetésére van szükség, ezenkívül fel kell használni az összes létező egyéb információt, mint pl. történelmi dokumentumok, egykori térképek a beépítésről vagy a pincékről, és a jelenlegi közműtérképek. A kihívást az jelenti, hogy városi és zajos környezetben, komoly gyalogos- és gépkocsiforgalom mellett, utcaköveken vagy aszfalton kell ún. terepi geofizikai méréseket végezni.

A geofizikai kutatással megoldandó feladatok a következők:

- Üres vagy többé-kevésbé feltöltött, második szintű (2. ábra) pincejáratok kutatása közterületen végzett mérésekkel (utcaon, járdán vagy tereken),
- Egy sarokbástya (rondella) belső szerkezetének kutatása, ezen belül régebbi várfalak vagy feltételezett üreg kimutatása,



2. ábra. A pincék és barlangok elhelyezkedése. 1–5: ld. 1. ábra, A: az épületek felső szintű, épített pincéi, B: az épületek középső szintű, vájt pincéi, C: részben természetes barlangpincék, D: kút

Fig. 2. Location of cellars and caves. 1–5: see Fig. 1. A: upper cellar of houses (built), B: lower cellar of houses (exploited), C: cave-cellar (natural formation), D: well

— Föld alatti pontok helyének gyors azonosítása a felszínen mérésekkel, mivel a geodéziai felmérés túl sok időt venne igénybe vagy majdnem lehetetlen.

Ezekre a célokra a szeizmikus és az elektromágneses módszerek különböző fajtáit alkalmaztuk az alábbiak szerint:

- Az aljzat változásait szeizmikus reflexiós és refrakciós mérésekkel követtük.
- Az üregeket földradar szelvényezéssel és szeizmikus felszíni tomográfiával kutattuk.
- A földalatti pontok felszíni azonosítását különböző tekercs-elrendezésű elektromágneses mérésekkel végeztük.
- A rondella belső szerkezetét fúrólukak, valamint fúróluk és a fal közötti szeizmikus átvilágítással, a felszínről pedig földradarral kutattuk.

Ki kell hangsúlyozni, hogy ezekben a speciális esetekben nem volt lehetséges a nyersanyagkutatásban megszokott normál geofizikai módszerek rutinszerű alkalmazása: minden esetben találékony-ságra volt szükség a megfelelő módszer és elrendezés megtervezéséhez. A mérések jó részét éjszaka

kellett végezni. Az adatgyűjtés és az értelmezés kitaró, gondos és körültekintő munkát igényelt, a feldolgozáshoz sok esetben egyedi, különleges programokat kellett kidolgoznunk.

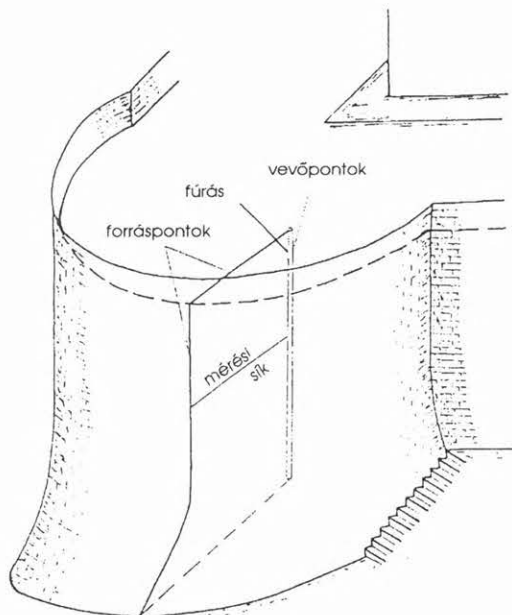
3. Szeizmikus tomográfia — Esztergomi rondella

Szeizmikus tomográfia módszerével kutattuk a Budai Vár egyik sarokbástyáját, az Esztergomi Rondellát. A rondella kb. 40 m átmérőjű, magassága, illetve belsejének mélysége 11 m. Vastag téglafallal van körülvéve, a felszínén néhány ülepádon kívül csupán egy zászlórúd található hatalmas betonlapzattal. A kutatás célja a belső szerkezet, a „tartalom”: régebbi építésű falakat, üregeket feltételeztek 5–10 méteres mélységben egy korábbi részleges feltárás alapján.

Végül is komplex geofizikai kutatást végeztünk: a földradar módszert a felszínközeli tartomány vizsgálatára, a szeizmikus refrakciót az aljzat követésére, a fúrólukak, valamint fúróluk és az oldalfal közötti szeizmikus tomográfiát pedig a belső szerkezet leképezésére alkalmaztuk. A 3. ábra ez utóbbi mérés kivitelezésének vázlatát mutatja. A tomografikus mérésekhez két fúróluk mélyült a rondella középső részén, amelyek rétegsora szintén információt jelentett a belső szerkezetet illetően. A továbbiakban csupán a szeizmikus tomográfia eredményeit ismertetjük részletesebben, mivel a többi módszer nem adott jelentős többlet információt a belső szerkezetre.

A tomografikus méréseket a következőképp végeztük: a geofonok (hidrofonok) a fúrólukban voltak elhelyezve fűzérben, a forrás pedig kalapácsütés volt fél méterenként 8 vonal mentén először a felszínen, majd lefelé a várfal külső részén (3. ábra). A mérőműszer a rugalmas hullámok beérkezési időit rögzítette.

A mérési adatok feldolgozásához egy PC-re kifejlesztett sebesség-tomográf programot használtunk. A program saját fejlesztésű, a SIRT-algoritmuson alapszik a beérkezési idők görbült sugárutas időmező modellezésével. A módszer lényege, hogy a kezdeti modell sebességmezőjéből számított időket összehasonlítja a mért beérkezési időkkel. A következő lépésben az algoritmus megváltoztatja a sebességmezőt olyan irányban, hogy az időeltérések csökkenjenek. Ez a lépés iterációval sokszor megismétlődik. A művelet konvergens, így — néhány módosítás után — a számított sebességmező egyre jobban megközelíti a valóságos (mért) sebesség eloszlást.



3. ábra. A rondella fala és egy fúróluk közötti szeizmikus átvilágítás mérési vázlat

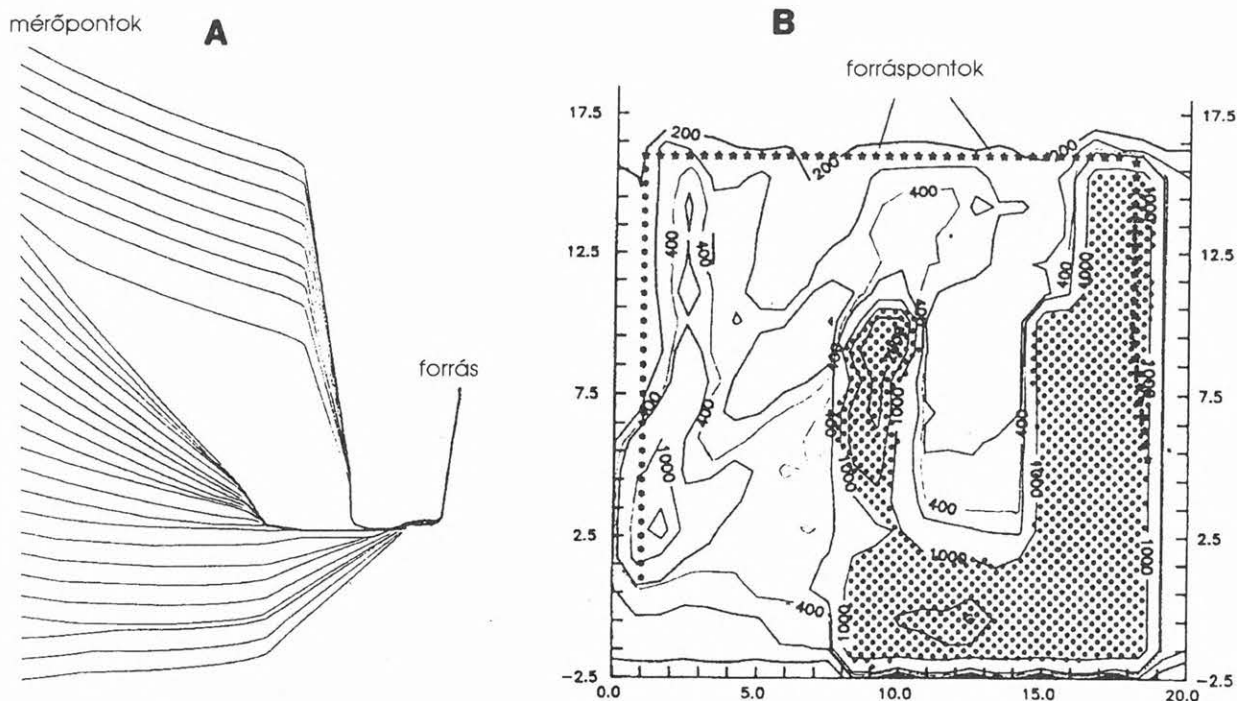
Fig. 3. Sketch of the seismic transmission measurement carried out between the wall-face of the roundel and one borehole

A 4. ábra a kezdeti modell hullámterjedési sugárújtait mutatja (A), valamint a fenti iteráció eredményeképp kapott végleges sebesség-eloszlás térképét (B) az egyik fúróluk és a fal egy függőleges vonalának síkjában. A modellt a már említett részleges feltárás alapján állítottuk fel, amely egy régebbi falmaradványt talált. E tomografikus mérések eredményeképp néhány mérési síkban egyértelműen elkülöníthető volt egy nagyobb sebességű zóna (4. ábra: B), amely a középkorból származó régebbi fal maradványaira utalhat, míg más mérési síkokban ilyen anomália nem volt tapasztalható. Így módon az adott mérési síkokban sikerült a falmaradványt kimutatni.

4. Földradar mérések — üregkutatás

Az üregek és pincék feltárása és állagmegóvása már évtizedek óta folyik a Budai Várban. A geofizikai mérések célja ebben a témában ismeretlen pincék felkutatása a közterületek alatt, valamint a bizonytalan vagy feltételezett pincék helyének meghatározása a föld alatti feltáró munkát elősegítendő.

A földradar módszer közismerten alkalmas a felszínközeli szerkezet, valamint eltemetett tárgyak kutatására. Az üregek és pincék általában jellegzetes alakú reflexiót okoznak a radarfelvételen. Ugyanakkor más eltemetett objektumok is (pl. szerelőaknák, csövek, kábelek, nagyobb kövek) hatása



4. ábra. A: Az oldalfal és egy fűrólyuk közötti átvilágítási mérés kezdeti sugárút-modellje egy forrásponttól a fűrólyukban lévő geofonokig. A kezdeti feltétel egy nagyobb sebességű falmaradvány jelenléte. B: Az iterációval számított végső sebességtérkép (izovonalak: m/s)

Fig. 4. A: Initial ray tracing of seismic transmission measured between a borehole and the wall-face. Geophones are in the hole and only one shot-point is considered. The initial consumption was the presence of a wall with higher velocity. B: The final velocity field of the iteration (isolines are given in m/sec)

is megjelenik a felvételen. Mindezek a hatások egymásra szuperponálódva, vagy jobban mondva egymással interferenciában észlelhetők. Ezeken felül — lévén a radar elektromágneses műszer — a mért jelekre az összes, a közeli környezetben lévő EM zajforrás is hatással van.

A földradar mérések végterméke egy reflexiós időszelvény, amely együttesen tartalmazza az összes, előzőekben említett hatást. A zaj és a nem kívánt hatások városi környezetben sokszor túl erősek is lehetnek, mivel az antennákat nem lehet tökéletesen árnyékolni. Emiatt a pincék kutatásához a radar szelvényezés mellett legtöbbször szeizmikus reflexiós (vagy felszíni tomografikus) méréseket is alkalmazunk.

A földradar méréseket a pulseEKKO 100 típusú (Sensors & Software Inc., Kanada) berendezéssel 100 MHz frekvencián végeztük. Ennek a berendezésnek a dipól antennái nem árnyékoltak, így a mérés folyamán elengedhetetlen az igen gondos adatgyűjtés és értelmezés.

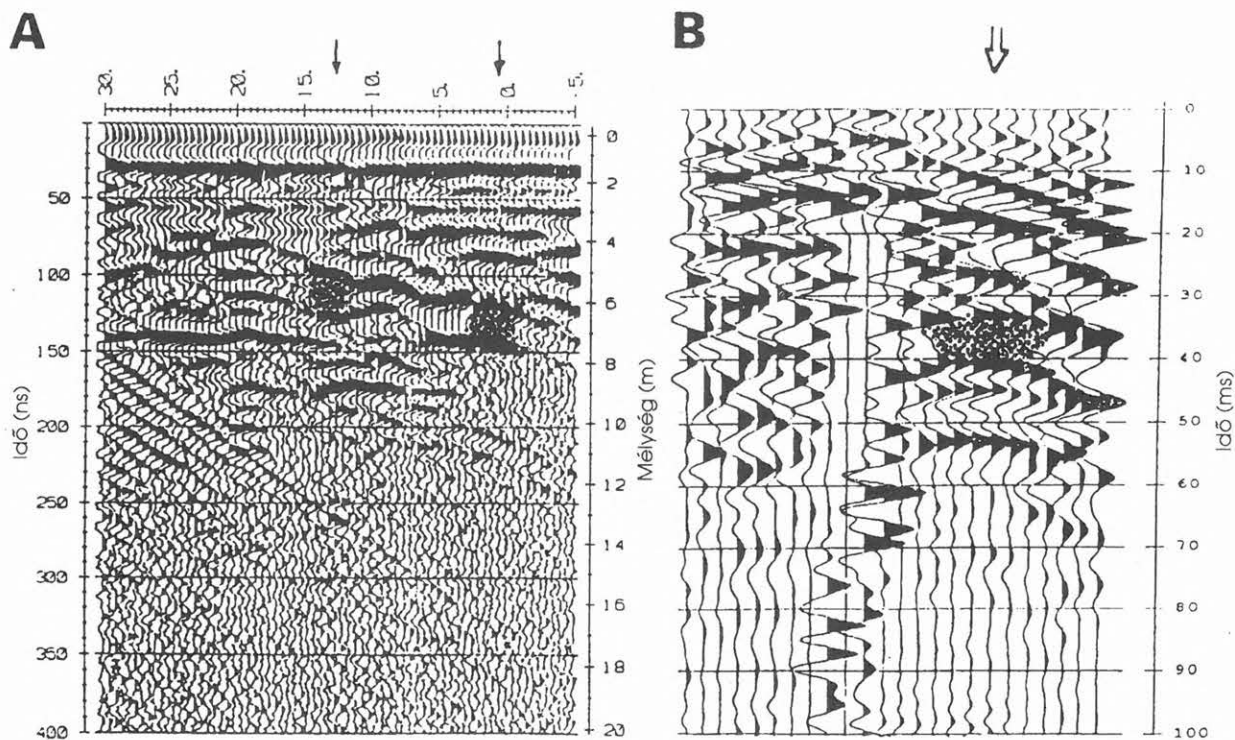
Az 5A. ábra egy, a várban mért tipikus radar-szelvényt mutat. Bár a szelvény igen sok külső hatást tartalmaz, mégis sikerült a mérési vonalat keresztező két pince hatását elkülöníteni. Ehhez az értelmezéshez felhasználtuk a közműtérképet és a pincék feltételezett helyének térképét. Az igen sok

feldolgozási és megjelenítési eljárásokon kívül az előzetes megfontolások is igen nagy szerepet játszottak az értelmezésben.

Az 5B. ábrán bemutatott, ugyanitt mért szeizmogramon is jól felismerhető az üreg hatása. Ezen a helyen a két módszer eredménye jól alátámasztotta egymást. Gyakran előfordul azonban, hogy a radarszelvény egyáltalán nem értelmezhető a sok külső hatás miatt. Ilyen esetben egyedül a szeizmikus reflexiós mérés, vagy bemerülő hullámos kiértékelés vezethet eredményre.

5. Elektromágneses átvilágítás — lehetséges beomlási hely sürgős azonosítása

Miközben felszíni pincekutató méréseinket végeztük, egy új fajta probléma is felmerült. Járdasüllyedés történt egy helyen, amelynek elkezdődött a feltárása a felszínen. Ugyanakkor az ún. harmadik szintű labirintusban is elkezdtek a tisztogatási munkát a felszíni süllyedés feltételezett helyén. Itt egy rosszul tömédékel, ferdén felfelé nyíló kürtöt találtak, amelyből kis bolygatás hatására 4 m-nyi anyag omlott le. Ez a hely 11–13 méterre van a felszín alatt.



5. ábra. A: Két valószínű pince reflexióit tartalmazó radarszelvény. B: Ugyanazon szelvény egy részének szeizmogramja az üregre utaló reflexióval

Fig. 5. A: Radar record containing the reflections of two probable cellars. B: Characteristic seismogram of the same profile with the indication of the cavity

A feltárással a felszínről is haladtak már pár métert lefelé, de a két bontás nem akart találkozni. Ennek oka, hogy nem volt elég pontos a térkép a labirintusról. A geodéziai bemérés túl sok időt vett volna igénybe, mivel a jelzett hely a labirintus bejáratától legalább 80 méterre van és az igen sok kanyar, szöglet a sötétséggel párosulva nagyon megnehezítette volna a gyors munkát. Minket kértek meg annak meghatározására, hogy hol lehet az alul omló kürtő helye a felszínen.

Néhány évvel ezelőtt az ELGI kísérleti célra kifejlesztett egy speciális elektromágneses műszert. Ez a berendezés 2 MHz-es középfrekvencián, két 80 cm átmérőjű adó és vevő tekercssel működik. A műszert ún. „nulla-csatolású” (merőleges) tekercselrendezésben használtuk a dielektromos inhomogenitások kimutatására. A mostani feladat megoldásához a műszer adótekercsét a föld alatti labirintus több pontjára helyeztük el, és a vevőtekercssel a felszínen megfelelő hálózatban mérve megpróbáltuk meghatározni az adótekercs helyét. Az volt a feltételezésünk, hogy az adó helyét a térerő legnagyobb értéke fogja kijelölni. A tekercseket koplánáris csatolásban (mindkettő vízszintes helyzetben) használtuk.

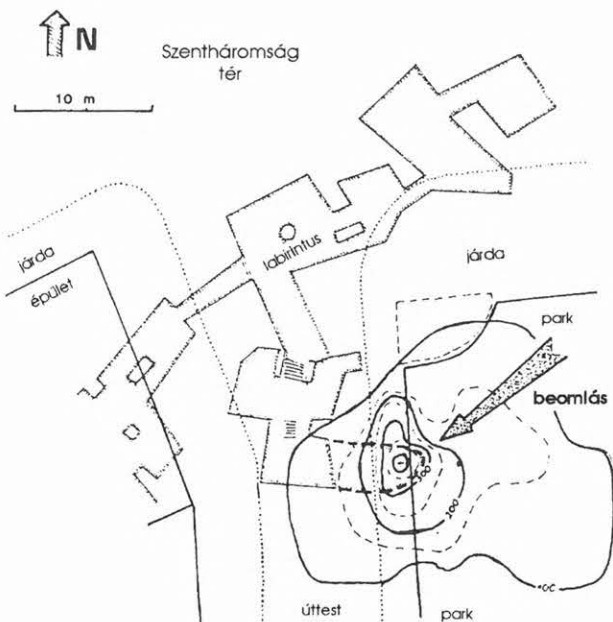
A 6. ábrán a labirintus térképe látható az elektromágneses térerő felszínen mért izovonalas térké-

pével. Néhány kísérlet alapján meglehetősen biztonsággal ki tudtuk jelölni az adó helyét. Ezenkívül — később — azt is tapasztaltuk, hogy az anomália alakja a laza feltöltésű kürtő dőlésirányára is információt ad. Mérésünk eredményeképp javasoltuk, hogy az ezen a helyen lévő buszmegállót helyezték át és a veszélyes területet kerítsék körbe. Néhány napon belül a kijelölt hely közelében az omlás bekövetkezett, 5 méteres lyukat eredményezve — szerencsére nem az aszfaltozott járdán, hanem a szélénél, a gyepes park területén.

6. Szeizmikus felszíni tomográfia — a Szentháromság tér kutatása

A Szentháromság tér a Budai Vár központi helye, rendszerint igen sok turista fordul meg itt. Nem sokkal korábban a járdán és az úttesten süllyedés következett be néhány helyen, ezért sürgőssé vált a tér geofizikai megkutatása. (Az előző fejezetben leírt omlás is ezen a területen történt.)

A levéltárakban találtunk néhány előzetes információt: a tér néhány régi térképét és utalásokat egykori omlásokra. Néhány száz évvel ezelőtt a tér házakkal volt beépítve, ami arra enged következtetni, hogy az épületeknek pincéi lehettek, amelyek mára ki



6. ábra. A beomlás helyének kijelölése elektromágneses térképezéssel. Az ábrán a föld alatti labirintus elhelyezkedése és az EM térerősség izovonalas térképe látható

Fig. 6. Localisation of potential site of subsidence by EM mapping. The map of the underground labyrinth and the anomaly map of EM field intensity is shown in the Figure

tudja milyen állapotban vannak. A geofizikai felmérés célja a lazán feltöltött zónák kimutatása volt.

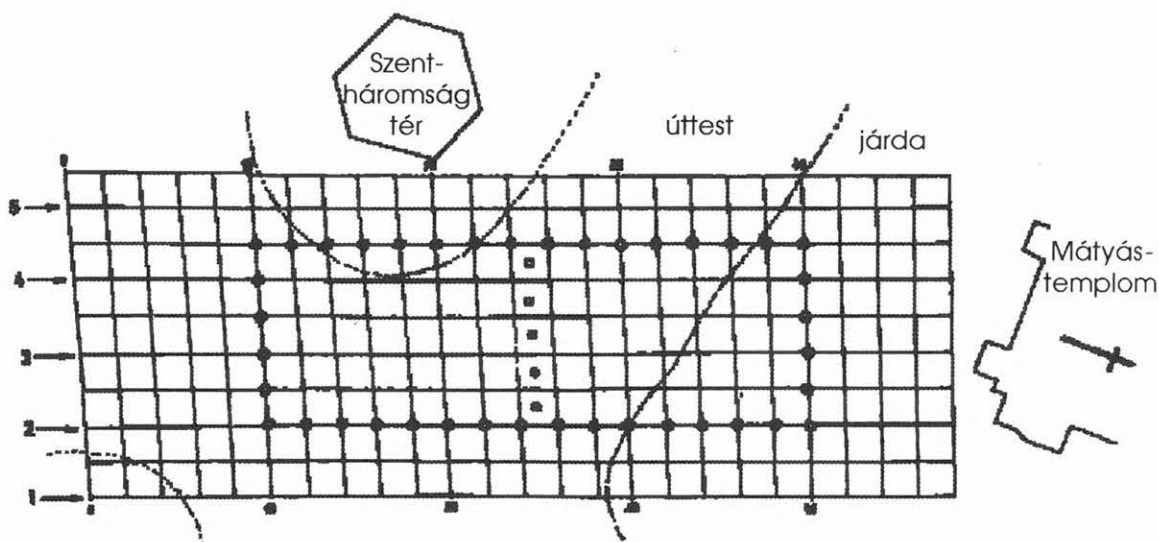
Komplex, több módszert alkalmazó kutatást terveztünk, mivel számíthattunk a közművek által okozott nehézségekre: víz- és távfűtő csövek, elektromos kábelek és szennyvízcatorna keresztezik

egymást ezen a területen. Egy ilyen összetett helyzetben egy módszerrel nemigen érhető el kétséget kizáró értékelés, megfelelő értelmezést csak több módszer egymást alátámasztó eredményei alapján adhatunk.

Az alkalmazott módszerek a földradar, elektromágneses térképezés és a szeizmikus felszíni tomográfia volt. A legelfogadhatóbb eredményt az utóbbi módszer adta — a többi módszerrel a szeizmikus sebességtérkép anomáliáinak értelmezését tudtuk csak alátámasztani. Az elektromágneses módszerek bizonytalanságát a felszín feletti zajos környezet is fokozta.

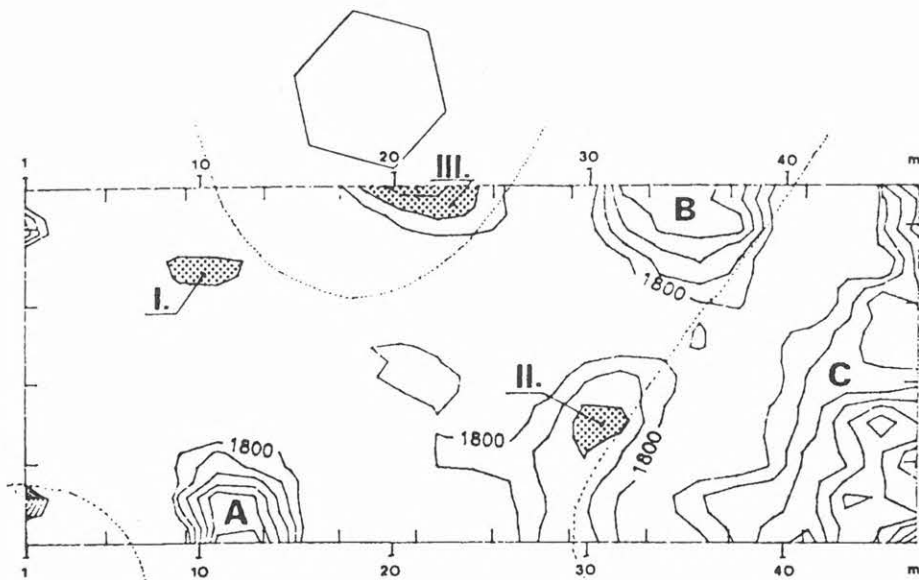
A szeizmikus méréseket 2 méteres hálózat mentén végeztük: a hálózat minden pontja a kalapács-ütéssel gerjesztett rugalmas hullám forráspontja volt, míg a 45 db geofont egy különleges elrendezésben helyeztük el a hálózat belsejében (7. ábra). Ily módon igen sok, egymást keresztező sugárút mentén tudtunk adatokat gyűjteni, amelyek elégségesek voltak a tomografikus feldolgozáshoz, és ahhoz, hogy a felszínközeli vonatkozó sebességmezőt megfelelő pontossággal számítsuk ki.

A felszíni tomografikus mérésekből számított sebességtérkép a 8. ábrán látható. A feldolgozáshoz a beérkező hullámok beérkezési időit használtuk fel. A térképen csak azokat az alacsonyabb sebességű zónákat jelöltük, amelyek laza feltöltésre (vagy üregre) utalhatnak. A térképen azonban a felszínközeli objektumok (pl. közműaknák) által okozott anomáliák is láthatók.



7. ábra. A Szentháromság téren végzett szeizmikus felszíni tomografikus mérés elrendezési geometriája. Forráspontok: a négyzetháló minden pontja, a geofonok helye karikával jelölve

Fig. 7. Layout geometry of the seismic surface tomographic measurements carried out on the „Szentháromság tér” (Holy Trinity Square). Source points: each point of the grid; ●: geophones



8. ábra. A szeizmikus tomografikus sebességtérkép (csak a területi átlagnál alacsonyabb sebességű izovonalakat tüntettük fel). A, B: közműaknáknak által okozott anomáliák, C: a lazább járdaalapozás által okozott anomália, I., II., III.: valószínű pincék laza visszatöltése által okozott anomáliák

Fig. 8. Velocity map of seismic tomographic measurements (only isolines of velocities lower than the average are marked). A, B: anomalies caused by man-holes, C: anomalous zone due to the loose foundation of the pavement, I., II., III.: anomalies interpreted as loose backfilling of possible cellars

7. Összefoglalás és a jövő feladatai

Megállapíthatjuk, hogy a Budai Vár pincerendszerének helyreállításával kapcsolatos legtöbb kutatási probléma megoldásához — bár az ismert geofizikai módszerekkel, de — minden esetben különleges mérési eljárásokra és feldolgozási módszerekre volt szükség.

A rondella kutatásánál nemcsak fúrólukak közötti átvilágítást végeztünk, hanem fúróluk és az oldalfal közötti méréseket is, hogy a belsejének minél nagyobb részéről kapjunk információt. Ennek kivitelezéséhez (az oldalfalon történő hullámkeltéshez) emelőkosaras járművet kellett bérelnünk. A tomografikus feldolgozást saját fejlesztésű szoftverrel végeztük. A radar mérést is megkíséreltük az oldalfalon függőlegesen lefelé elvégezni, ez azonban nem járt sikerrel.

A föld alatti pontok helyének felszíni azonosításához szintén meglévő berendezést használtunk, de különleges elrendezésben: a 13 m mélységben elhelyezett adótekerccs jelét a vevővel egy felszíni hálózat mentén detektáltuk. A felszíni tomografikus

mérésekhez különleges geofon- és forráspont elrendezést kellett alkalmazni. Az adatok feldolgozása meglehetősen sok időt vett igénybe a speciális iterációs programnak köszönhetően.

Végül is mostanában egy kis szünet mutatkozik a geofizikai kutatásokban a Vár területén, mivel már túl sok megerősítendő vagy tömedékelendő, veszélyes pince ismert (pl. a Táncsics Mihály utca vége teljesen le van zárva ebből az okból). Az anyagi eszközök nagy részét most a megerősítésre, biztosításra kell fordítani, de remélhetőleg a közeljövőben megindul a szisztematikus geofizikai előkutatás is.

9. Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat a Budapesti I. kerületi Önkormányzat finanszírozta az Állami Pinceprogram keretében. A Budai Vár pince-helyreállítási programjának technikai szervezője a FÖMTERV Rt. Köszönet illeti a fenti intézmények képviselőit és szakértőit, akik lehetővé tették, hogy részt vegyünk ebben az izgalmas kutatásban és akik tevékenyen segítettek az értelmezési nehézségekben.

A LIPS2 hordozható lézer-indukált plazma spektrométerrel recsk-lahócai fűrómagmintákon végzett vizsgálatok eddigi eredményei¹

ANDRÁSSY LÁSZLÓ², FÖLDESSY JÁNOS³, VIHAR LEVENTE⁴, ZELENKA TIBOR⁵

A szerzők publikációjukban a recsk-lahócai területől származó félbevágott fűrómagmintákon a LIPS2 hordozható lézer-indukált plazma spektrométerrel végzett vizsgálatok eddigi eredményeiről számolnak be. A mérések során a fő feladat a pirites ércesedés nyomon követése, illetve a meddő kőzettől történő elválasztás lehetőségeinek vizsgálata volt.

A szerzők a területől származó fűrómagminták rövid közzétani leírása után összefoglalják azokat az elméleti alapelveket és mérés technológiai követelményeket, amelyekre a vizsgálatokat építik.

Az egyes nehézfémeken (Cd, Cu, Pb, Zn), a mátrixelemeken (Al, Ca, Mg, Mn, Si, Ti) és a nyomelemeken (Ag, Au, Ba, Cr, Ni, Sr stb.) végzett lézer-indukált plazma atom spektroszkópiai mérések eredményei alapján összeállították a mérőberendezés saját hullámhossz-spektrumvonal relatív intenzitás érték könyvtárát és a mért lézer-indukált plazma (atom) emissziós spektrumok WSKROM programmal történő kiértékeléséhez létrehozták a RECSK szakértői elemkönyvtárát.

A feldolgozó WSKROM program rövid ismertetése után a kiválasztott fűrómagmintákon mért lézer-indukált plazma emissziós spektrumokat mutatnak be a jellegzetes elemi összetételek illusztrálására. Az Fe-dúsulás kimutatására az egyes mérési pontokban felvett emissziós spektrumok feldolgozásának eredményei alapján, az ismert elemösszetétel felhasználásával háromdimenziós (x tengely: mérési pontok, y tengely: Al, Ca, Fe, Si, Ti és Sr elemek, z tengely: relatív intenzitás érték) elemeloszlás szelvényeket mutatnak be.

A cikk további részében ismertetik a mennyiségi kiértékelés alapelveit és a kiértékelés elvégzéséhez szükséges kalibrációs technológiát. Példákat mutatnak be az elemkoncentráció kiszámítására.

L. ANDRÁSSY, J. FÖLDESSY, L. VIHAR, T. ZELENKA: First results of the investigations performed with the portable laser induced plasma spectrometer LIPS2 on core samples from Recsk-Lahóca

First results of the investigations performed with the portable laser induced plasma spectrometer on halved core samples from Recsk-Lahóca are discussed. The primary objective of these measurements was to trace the pyrite mineralization and to study the possibility for its discrimination from the barren rock.

After a short petrographic description of the core samples from this region the basic theoretical principles and technological requirements of measurements, the bases of investigations are summarized.

The wave length–relative intensity of spectral line library for the given measuring system has been compiled based on the results of laser induced atomic spectroscopic measurements carried out on specific heavy metals (Cd, Cu, Pb, Zn), on matrix (Al, Ca, Mg, Mn, Si, Ti) and on trace elements (Ag, Au, Ba, Cr, Ni, Sr, etc.). The expert element library RECSK has also been established for evaluation of the measured laser induced (atomic) emission spectra using the WSKROM program.

After a brief description of the WSKROM processing program laser induced plasma emission spectra measured on selected core samples are presented to illustrate the characteristic element compositions. Based on the processing results of the emission spectra obtained at the individual points and using the known element composition 3-D (X axis: observation points; Y axis: elements Al, Ca, Fe, Si, Ti and Sr; Z axis: relative intensity) element distribution profiles are shown to indicate Fe enrichment.

Finally, basic principles of quantitative evaluation and the calibration technology necessary for evaluation are presented. Examples are shown for calculation of element concentrations.

1. Bevezetés

A lézertechnika földtani kutatásokban történő alkalmazhatóságáról irodalmi publikációk ugyan je-

lentek meg, de gyakorlati hasznosításáról még nincsenek ismereteink. A geológiai fűrómagminták (örölt porított minták) vizsgálatára, elemösszetételének meghatározására jól ismert laboratóriumi berendezések állnak rendelkezésre, amelyek minden esetben bonyolult és egyben költséges mintaelőkészítést igényelnek, másrészt az elemzések ideje is hosszadalmas. Az előadás tárgyát képező — geológiai fűrómagminták vizsgálatára terepen is alkalmazható — eljárás laboratóriumi módszerekkel történő összehasonlítása céljából néhány labo-

¹ Beérkezett: 1997. március 25-én

² Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.

³ ENARGIT Kft., H-3245 Recsk, Kenyerestanya u. 3.

⁴ OPLAB Optikai, Elektronikai Fejlesztő és Gyártó Mérnöki Kft., H-1221 Budapest, Arany János u. 115.

⁵ Magyar Geológiai Szolgálat, H-1145 Budapest, Stefánia út 14.

ratóriumi berendezés rövid ismertetését adjuk meg a következőkben:

A *SPECTROFLAME-ICP M* modell egy atom emissziós spektrométer, amelynek segítségével a folyadékokban előforduló elemek egymás után következő analízise végezhető el. A plazma gerjesztéshez egy nagy teljesítményű RF generátort alkalmaznak és az egyedülálló Paschen-Runge optikai módszer felhasználásával a hullámhossz beállítás egy léptető motor segítségével történik. A monokromátor egység új megoldásokat egyesít. Tartalmazza a rögzített beszabályozott holografikus rácsot és a rögzített belépő rést, ezzel is csökkentve minden optikai veszteséget. A gerjesztett plazma képe négy belépő résen keresztül kerül a polikromátor egységbe. A belépő résék közül egy közvetlenül, három pedig optikai szálon keresztül „látja” a gerjesztett plazma fényét.

A *JY 70 Plus* spektrométer egy közvetlen leolvasású kettős polikromátor és soros monokromátor egységekből felépített rendszer, amely az RF generátorral keltett plazma zónából származó sugárzást a belépő résen keresztül fogadja. A polikromátor egység az emissziós spektrumot egy holografikus rács segítségével állítja elő a vizsgált elemnek megfelelően beállított hullámhossz mellett és a kilépő részekhez elhelyezett fotomultiplier detektorsor segítségével rögzíti azt. A spektrumok kiértékelése számítógép segítségével történik.

A lézer forrással gerjesztett laboratóriumi fluoreszcencia módszert urán, eurórium és samárrium nyomelemek meghatározására fejlesztették ki [KWANG 1989]. A fluoreszcencia emissziós spektrumot Yvon-3 spektrofluoriméterrel mérték. A gerjesztő lézerforrás nitrogén lézer volt. A fluoreszcencia keltést különböző adalékanyagok oldatba vitelével oldották meg.

Lézerforrással gerjesztett laboratóriumi mikroanalitikai módszert (LMA) fejlesztettek ki a Balti-tengerben előforduló vas-mangán konkréciók elemtartalmának a vizsgálatára. [MOENKE et al. 1989]. Az atom emissziós spektrometriai (AES) eljárásnál a plazma gerjesztést Q-kapcsolású rubinlézerrel oldották meg. A szilárd mintákat egy ultramikroszkóp mozgatható tárgyasztalára helyezték és a gerjesztett emissziós spektrumokat PGS2 spektrográffal vizsgálták.

1.1. A mérési eljárás célkitűzése

A felhasználó szakember számára a nyersanyag-lelőhelyek előkutatási, illetve felderítő fázisaiban nagy segítséget jelenthet a precíz laboratóriumi vizsgálatok mellett egy terepen is működő mobil

rendszerű berendezés, amely segítségével a geológiai fúrásokból kivett fúrómagminták vizsgálata közvetlenül a helyszínen, előkészítés nélkül, roncsolásmentesen végezhető el. A felhasználói igényekhez illeszkedő rugalmas mérési lehetőség biztosítja a fúrómagminták vizsgálatát, a célfeladatnak megfelelő „érdekes” szakaszok kijelölését. A recski fúrómagmintákon végzett első kísérleti mérések célkitűzése a vas (pirites szakaszok) jelenlétének kimutatása, a vaskoncentráció értékeinek kiszámítása a mintadarab egy vagy több kiválasztott hosszanti és keresztirányú szelvénye mentén. Ennek az adott gyakorlati jelentőséget, hogy a lahócai előforduláson az arany, mint hasznos komponens, a pirithez kapcsolódik.

2. Elméleti alapelvek és méréstechnológiai követelmények

2.1. A mérési eljárás elméleti alapelvei

Az elméleti alapelvek megtalálhatók ANDRÁSSY et al. [1995a]-ban és [1995b]-ben. Az Nd:YAG lézeres abláció által keltett plazma elektronhőmérséklete a kezdeti extrém magas értékről (az első 100 ns-ban akár 100 000 K is lehet) néhány μ s alatt exponenciálisan lecsökken 20 000 K alá és a plazmában lévő elektronok viselkedése megváltozik, ami az indukált plazma élettartamát befolyásolja. Az indukált plazma élettartamát három szakaszra oszthatjuk.

a) *0...0,1 μ s: kezdeti szakasz.* A változás sebessége a plazma létrejötte után a legnagyobb. A kezdeti mikroplazmát alkotó elemek atommagjai magas hőmérsékletű elektronjaik jelentős részét elvesztik. A szabad elektronok sűrűsége, ezzel az elektromos térerő értéke nagy, ezért a stark-hatás erőteljesen jelentkezik. A vonalak kiszélesednek, összemosódnak és a jelentős termikus sugárzással együtt egyenetlen (zaj jellegű) spektrális eloszlású kontinuumot képeznek. A korai plazma emissziós színeképe az alkotó elemek meghatározására alkalmatlan.

b) *0,1...1 μ s: rekombinációs szakasz.* Az egyre lassuló tempóban hűlő plazmában az atomok visszanyerik elektronjaikat, de még gerjesztett állapotban vannak. A plazmát alkotó gerjesztett elemek egyszerűen ionizált, illetve atomos formában vannak jelen. Az emissziós színeképben határozott, jól kiértékelhető vonalak figyelhetők meg, melyek intenzitása az időben változik. Vonalak jelennek meg, illetve tűnnek el. A kezdeti szakaszra jellemző zavaró alapsugárzás nem tapasztalható. Ez a szakasz alkalmas az alkotóelemek meghatározására.

c) 1 μ s-on túl: lehűlési szakasz. A plazma további lehűlése során az emissziós színekben gyenge molekula-, illetve atomcsoport sávok jelennek meg és tűnnek el a plazma teljes kihűléséig.

2.2. A LIPS2 terepi lézer-indukált plazma spektrométer működési elve

Az Nd:YAG lézer impulzusa a mérendő mintára fókuszálódik, és rövid élettartamú plazmát hoz létre. A vizsgált minta alkotóelemeire jellemző lézer impulzus által keltett plazma felvillanásait fénygyűjtő optika fogja fel és egy fényvezető szálkötegbe csatolja. A szálköteg másik vége úgy van kialakítva, hogy az egyben a színfelbontást végző polikromátor bemenete is. A polikromátor által előállított spektrumot diódasor érzékeli (egyutas UV-látható spektrométer). A detektor érzékelőből kiolvasott analóg elektromos jelek analóg-digitális átalakítás után a feldolgozó egységbe kerülnek.

Az analóg-digitális átalakítás után a jelek RS232 soros vonalon keresztül jutnak az asztali számítógépbe (célszerűen Notebook vagy Laptop), ahol a további feldolgozáshoz szükséges formátumú adatgyűjtés, adatkezelés és a megfelelő program segítségével a feldolgozás valósul meg. A számítógép az emissziós spektrumok fogadása és feldolgozása mellett a lézer lövések számának szabályozását és a mérés vezérlését is elvégzi. A készülék felépítéséről és működéséről korábbi cikkünkben már beszámoltunk [ANDRÁSSY et al. 1995a].

2.3. Méréstechnológiai követelmények

A kiválasztott fúrómagmintákon — jelenleg még mintamegfogó pozicionáló berendezés hiányában — lehetőségek szerint hosszanti irányban szelvényeket jelöltünk ki és kb. 1 cm-es mérési pontsűrűség megválasztása mellett minden mérési pontban lézer indukált plazma atom emissziós spektrumokat mértünk. A minta hosszanti véges kiterjedésére való tekintettel az 1 cm-es lépésköz megválasztása jelenleg kísérletinek tekinthető, mivel a minta közettani felépítésétől függően az érdekes érces szakaszoknál a lépésközök sűrítésére, a meddő részen nagyobb lépésközök megválasztására is lehetőség nyílik a jövőben. Egy adott méretű fúrómagmintán nagyszámú mérés elvégzése után lehetőség adódik statisztikai módszerek felhasználásával az optimális lépésközök megválasztására.

Mint ismert, a geológiai mintákon az elemeloszlások szabálytalanok és egy-egy elem megjelenése sokszor véletlenszerűnek (inhomogenitásából adódó effektusok) tekinthető. Figyelemmel a lézersugár által kiszakított anyagmennyiség (a kialakuló kráter

átmérője és mélysége néhány tized mm) nagyságára és a minta inhomogenitásából származó hatásokra, az egyes mérési pontokban több lézerlövessel (3–5) mért emissziós spektrumok átlagával számoltunk. Az átlagspektrumok mérése a már említett hatások csökkentését szolgálja.

3. A területről származó fúrómagminták közettani leírása

A vizsgálatba bevont négy minta részben a lahócai arany ércesedés hordozóközetéből (AL 1, AL 3) részben az érc tartalmú sorozatot fedő andezitből (AL 0, AL 2) származik. A minták közettani jellege:

AL 1 R360 78,4 m. Hidrotermális kvarcit breccsa.

Erősen kovásodott, kvarcit, andezit törmelék tartalmaz. Olajnyomos. Gyenge pirit impregnációt tartalmaz.

AL 0 (kísérleti minta) és AL 2 R360 39,1 m. Amfibol andezit.

Közepesen agyagászványosodott, puha, porfíros plagioklász és hornblende amfibolt tartalmazó kőzet. Igen dús, 5–30% mennyiségben tartalmaz piritet.

AL 3 363 52,8 m. Hidrotermális kvarcit breccsa.

Erősen kovásodott. Andezit, andezittufa és hidrotermális kvarc törmelék tartalmaz. A kovásodás mellett másodlagos biotitosodás is felismerhető. Jelenlét, 10% fölötti mennyiségben tartalmaz finomszemcsés impregnációként piritet, kevés enargitot.

A minták érces elemekre vizsgált kémiai összetétele az alábbi:

| | Cu [ppm] | Ag [ppm] | Au [ppm] |
|------|-------------|-------------|-------------|
| AL 1 | 760 | 1,4 | 1,67 |
| AL 2 | 116 | < 0,3 | 0,88 |
| AL 3 | 366 | 12 | 1,43 |

A kémiai összetétel adatok a minta környezetének egy méteres intervallumának átlagára vonatkoznak, míg a lézer spektrométerrel vizsgált kőzetdarabok az intervallumon belől egy-egy 5–8 cm-es felezett magminta anyagából származnak.

4. RECSK szakértői elemkönyvtár

A területről származó fúrómagminták közettani leírása, illetve a Magyar Állami Földtani Intézetben elvégzett ICP laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek ismeretében (részletes ismertetés a 6. fejezetben)

a mért emissziós spektrumok feldolgozásához összeállítottuk a RECSK szakértői elemkönyvtárát. A könyvtár összeállításánál elsődleges szempont volt, hogy tartalmazza mindazokat a fő mátrix- és nyomelemeket, amelyek a vizsgált fűrómagmintákban előfordulnak, de a terület más fűrásaiból vett minták átlagösszetételére is jellemzők.

A minták összetételét reprezentáló elemek spektrumvonalainak kiválasztásánál és a szakértői elemkönyvtárba történő beépítésnél nagy segítséget jelentettek a korábbi kísérleti mérések eredményei. A nagy tisztaságú fémmintákon végzett lézer-indukált plazma atom spektroszkópiai mérések feldolgozása során lehetőség kínálkozott az egyes elemekre jellemző legnagyobb intenzitású spektrumvonalak kiválasztására, illetve az interferenciamentes hullámhossz értékek meghatározására. Az adott hullámhossz értékeknél kijelölt spektrumvonalak ellenőrzésére felhasználtuk a klasszikus értelemben használatos szikraív- és plazmakönyvtárakat. Másrészt az említett irodalmi könyvtárak segítséget jelentettek olyan esetekben is, amikor az emissziós spektrumokon megjelenő jellemző spektrumvonalakat nem tudtuk azonosítani.

A LIPS2 hordozható lézer-indukált plazma spektrométerrel az egyes mátrixelemeken (Al, Ca, Fe, Mg, Mn, Si, Ti stb.) és nyomelemeken (Ag, Au, Ba, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn stb.) végzett mérések eredményei alapján létrehoztuk a mérőberendezés saját RECSK hullámhossz–spektrumvonal relatív intenzitás szakértői elemkönyvtárát. Néhány, a fűrómagmintákat alkotó mátrix (pl. C, K, Na, S és P), illetve nyomelem (pl. As, V) spektrumvonalai jelenleg még nem találhatók meg az elemkönyvtárban, amelynek magyarázata kettős. Az említett elemek közül a C, K, Na, P legjellemzőbb emissziós spektrumvonalai kiesnek a 250 nm-től 575 nm-ig terjedő hullámhossz tartományból, amelyben jelenleg a mérőberendezés dolgozik. Az As és V elemek nagy tisztaságú etalon mintákkal történő hitelesítésére még nem került sor. A szulfidos ércek azonosításánál nagy segítséget jelenthetne a kén kimutatása, azonban jelen ismereteink szerint a kén a nehezen gerjeszthető elemek közé sorolható, ezért emissziós vonalainak azonosítása igen nehéz feladatnak látszik.

5. A mért emissziós spektrumok WSKROM programmal történő feldolgozása

A LIPS2 plazma spektrométerrel mért emissziós spektrumok grafikus megjelenítését, kvalitatív és

kvantitatív feldolgozását a WSKROM program segítségével végezzük el. A program egyszerű kezelhetősége, flexibilitása, aritmetikai tulajdonságai lehetővé teszi a teljes hullámhossztartományban (250–575 nm) egyszerre több emissziós spektrum grafikus színes ábrázolását, a vizsgált minta elemösszetételének meghatározását, illetve a kiválasztott elem koncentráció értékeinek kiszámítását.

5.1. A WSKROM program rövid leírása

A WSKROM spektrum megjelenítő és analízáló program moduljai:

5.1.1. Megjelenítő modul

A modul feladata a felvett spektrumok megjelenítése a spektrumot felvevő műszernek megfelelő korrekciókkal. A program egyszerre 10 spektrum eltérő színű felrajzolását támogatja. A 10 spektrum tetszőleges kombinációja legfeljebb 5 grafikus ablakban jeleníthető meg egyszerre. Az egyes grafikus ablakok tartalma egymástól eltérő és nagyítású lehet. A koordináta-rendszer felbontása automatikusan igazodik a nagyításhoz. Az egyes grafikus ablakok lehetnek 2-D és 3-D típusúak. A 3-D típusú ablak elsősorban a sorozatmérések részmeréseinek megjelenítésére alkalmas. Bármelyik grafikus ablak pillanatnyi állapota kinyomtatható. A program újraindításakor a nyitó ablak tartalma megegyezik az utolsó kilépéskorival.

5.1.2. Mérést vezérlő modul

A modul kapcsolatot létesít a mérést végző hardverrel (pl. LIPS2). Támogatja az egyes és sorozatmérések (3...99 db) elvégzését, valamint a speciális hardver beállításokat (pl. AD erősítés).

5.1.3. Aritmetikai modul

A modul a spektrumok manipulálását teszi lehetővé.

Egyoperandusos műveletek: normalizálás, differenciálás, tartományi integrálás, alapvonal korrekció, hárompontos átlagolás, Lagrange-szűrő, spektrális eltolás, valamint konstansszal szorzás és összeadás.

Kétooperandusos műveletek: összeadás, kivonás, szorzás, osztás.

5.1.4. Analízis modul

A modul az egyes spektrumok kiértékelését támogatja.

Amplitúdó analízis: A beállított komparációs szintnél nagyobb csúcsok amplitúdóját ráírja a spektrumra.

Csúcs analízis: A beállított komparációs szintnél nagyobb csúcsok hullámhosszát ráírja a spektrumra.

Elem analízis: A könyvtárban szereplő elemek azonosítását végzi a kiválasztott spektrumon. Az azonosított csúcsokat a spektrumon bejelöli, az azonosítás eredményeit táblázatban foglalja össze.

Mennyiségi analízis: Az azonosított elemek mennyiségi meghatározását teszi lehetővé a program által generált kalibrációs fájl segítségével.

Az analízis megkezdése előtt beállítható paraméterek:

— **Komparációs szint:** fokozatmentesen állítható.

Az analízisben résztvevő csúcsok számát határozza meg. Az egész értékekhez tartozó értékek:

- 1: 10 legnagyobb csúcs,
 - 2: 20 legnagyobb csúcs,
 - 3: 50 legnagyobb csúcs,
 - 4: 100 legnagyobb csúcs,
 - 5: 200 legnagyobb csúcs,
- kikapcsolva: valamennyi csúcs.

— **Korrelációs küszöb:** Fokozatmentesen állítható 10% felett, illetve tiltható a vizsgálata. Az azonosított csúcsok alakjának összehasonlítása a könyvtári elem megfelelő csúcsával. A küszöb alatti korrelációval rendelkező csúcsok törlődnek a listáról, nem vesznek részt az azonosításban.

— **Amplitúdó arány:** Fokozatmentesen állítható, illetve tiltható a vizsgálata. Az előazonosított elem és a könyvtári elem megfelelő csúcsainak arányainak egyformaságát vizsgálja. Ha az előazonosított elem csúcsainak aránya a küszöbnél nagyobb mértékben eltér, az elem törlődik az azonosítási listáról.

— **A priori fájl:** Az azonosítás során az elemre jellemző csúcsok kiválasztása történhet automatikusan (a három legnagyobb csúcs alapján), vala-

mint előre kiválasztott csúcsok alapján. Ezeknek a csúcsoknak a listáját tartalmazza az a priori fájl.

5.2. Recsk-lahócai fűrőmagmintákban előforduló elemek azonosítása

A recsk-lahócai arany ércesedés területéről származó felezett fűrőmagmintákon kísérleti jelleggel lézer-indukált plazma atom emissziós spektrumokat mértünk. A mért emissziós spektrumok feldolgozása során lehetőség kínálkozott a vizsgált mintákat összetevő főbb elemek jelenlétének kimutatására és az Fe fő alkotóelem nyomon követésével a pirites dúsulások kijelölésére.

A kiválasztott fűrőmagminták közettani jellegének megfelelően első lépésben vizsgáltuk az említett ásványokban előforduló fő alkotóelemek közül az Al, Ca, Fe, Si, Ti elemek kimutathatóságának lehetőségeit. Az egyértelmű elem azonosításhoz a mért emissziós spektrumok feldolgozása során első feladatunk volt a keresett elemek egy vagy több jellemző emissziós spektrumvonalának megválasztása oly módon, hogy a vonal interferenciákat minimálisra csökkentsük. Az AL 0 minta egy pirites szakaszán kiválasztott mérési pontban felvett emissziós spektrumot és annak ismétlését az 1. ábrán láthatjuk. A WSKROM program segítségével elvégeztük a spektrum feldolgozását, és az Fe azonosítása a korábbiakban már említett RECSK szakértői elemkönyvtárban megtalálható Fe emissziós spektrumvonalak összevetésével a 260,0, 261,5, 275,0, 344,1, 360,8, 365,2, 374,1, 382,2 spektrumvonalak segítségével történt (1. táblázat).

| h. hossz (nm) | alak korreláció | relatív intenzitás | 2. derivált intenzitás | 2. derivált arány |
|------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| 260,0 | 99% | 0,967 | 0,695 | 1,280 |
| 261,5 | 100% | 0,963 | 1,181 | 2,197 |
| 275,0 | 100% | 0,826 | 2,025 | 1,775 |
| 344,1 | 96% | 0,180 | 1,028 | 3,886 |
| 360,8 | 99% | 0,253 | 1,915 | 5,102 |
| 365,2 | 99% | 0,183 | 1,393 | 3,940 |
| 374,1 | 99% | 0,269 | 1,744 | 4,281 |
| 382,2 | 99% | 0,248 | 1,607 | 5,790 |

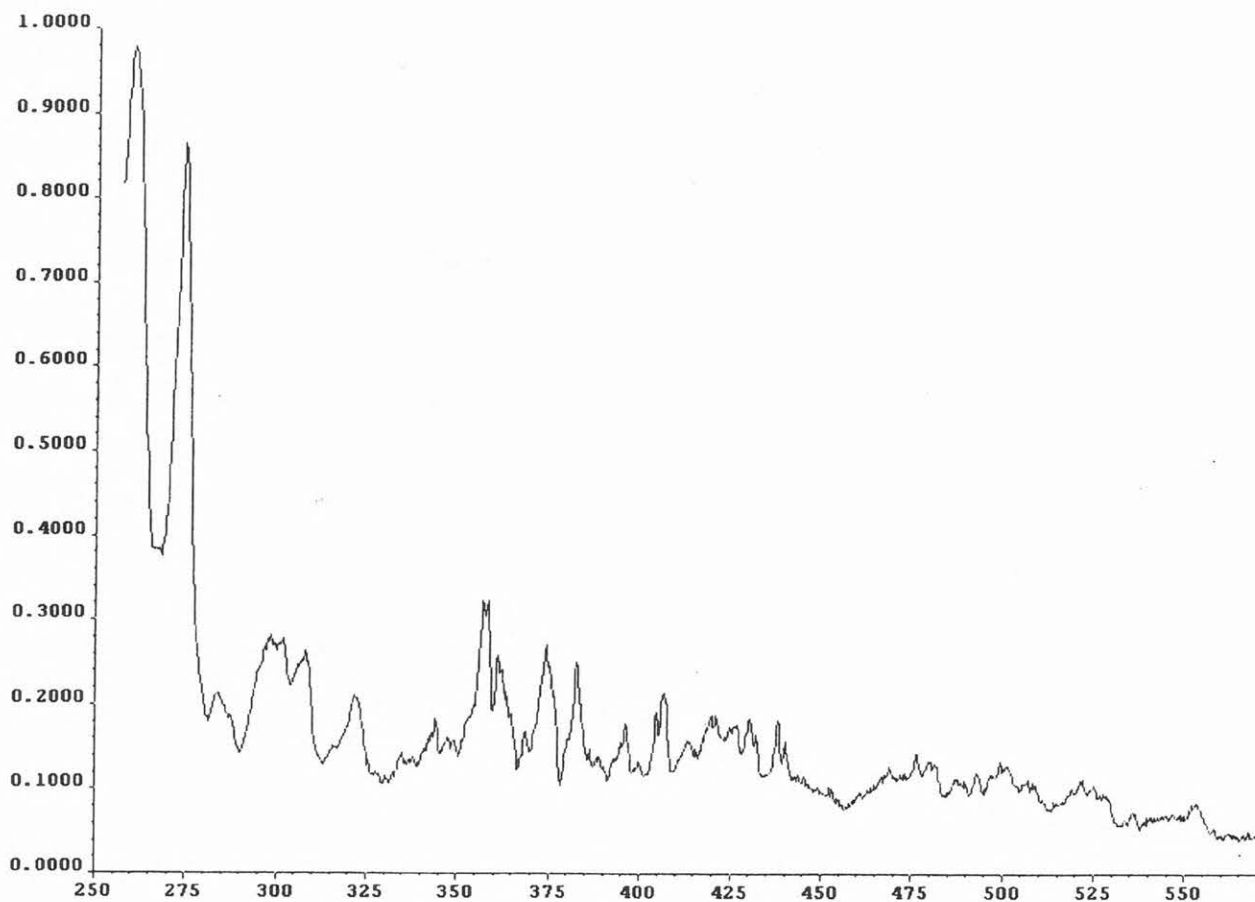
1. táblázat. Fűrőmagmintákon mért lézer-indukált plazma atom emissziós spektrumok kiértékeléséhez felhasznált Fe emissziós spektrumvonalak

Table 1. Emission spectral lines of Fe used for evaluation of laser induced plasma atomic emission spectra measured on core samples

A minták vizsgálata során az egyes mérési pontokban felvett emissziós spektrumok feldolgozása során találtunk olyan mérési helyeket, ahol a közettani összetételtől eltérően a Ti és Sr erős dúsulása figyelhető meg. A 2. és 3. ábrákon olyan emissziós spektrumokat mutatunk be, ahol a Ti, illetve Sr jelenlétére és feldúsulására utaló — a RECSK szakértői elemkönyvtárban is megtalálható — jellemző emissziós spektrumvonalak egyértelműen felismerhetők. A megfigyeléseket alátámasztja az ábrákon látható nagy tisztaságú Ti (2. ábra) és Sr etalonok (3. ábra) emissziós spektrumaival történő összehasonlítás is. A WSKROM program elemazonosító funkciója segítségével elvégeztük a feldolgozást és annak eredményeit az 2. és 3. táblázatokban tüntetjük fel.

Az AL 1 R360 78,4 m minta vizsgálata során érdekes megfigyelést tehettünk. A mérési alapelvekből fakadóan a minta felületéről kiszakított plazmatérfogat elemzése során a képződmény egy

kis térfogatról kapunk információt. Ezt a lehetőséget felhasználva vizsgáltuk igen kis mérési pont lépésköz (2 mm) változtatással a mérési pont környezetét. Az egyes mérési pontokban mért emissziós spektrumok többségükben az átlag spektrumképet közelítik, ahol az Fe mellett Al, Ca, Si Sr és Ti elemek azonosíthatók. Legnagyobb gyakorisággal előforduló átlag emissziós spektrumképet a 4. ábrán az „rst 21 va” jelű spektrum mutatja, ugyanakkor a mérési ponttól 2 mm távolságban felvett „rstd 21 v” jelű spektrumon egyértelműen Cu elem jelenléte állapítható meg az igen éles 324,7 nm (324,754) és 327,3 nm (327,396) spektrumvonalak segítségével. Következésképpen a lézer-indukált plazma atom emissziós spektroszkópiai méréseknél bizonyos nyomelemek kimutatására (pl. Ba, Cu, Zn, Pb stb.) csak a közettani ismeretek birtokában, a már elhatárolt érces zónákon végzett sűrített pontmérések segítségével van lehetőség.



1. ábra. AL 0 minta egy pirites szakaszán kiválasztott mérési pontban felvett lézer-indukált plazma atom emissziós spektrum

Fig. 1. Laser induced plasma emission spectrum obtained at a selected point of a pyritic section of sample AL 0

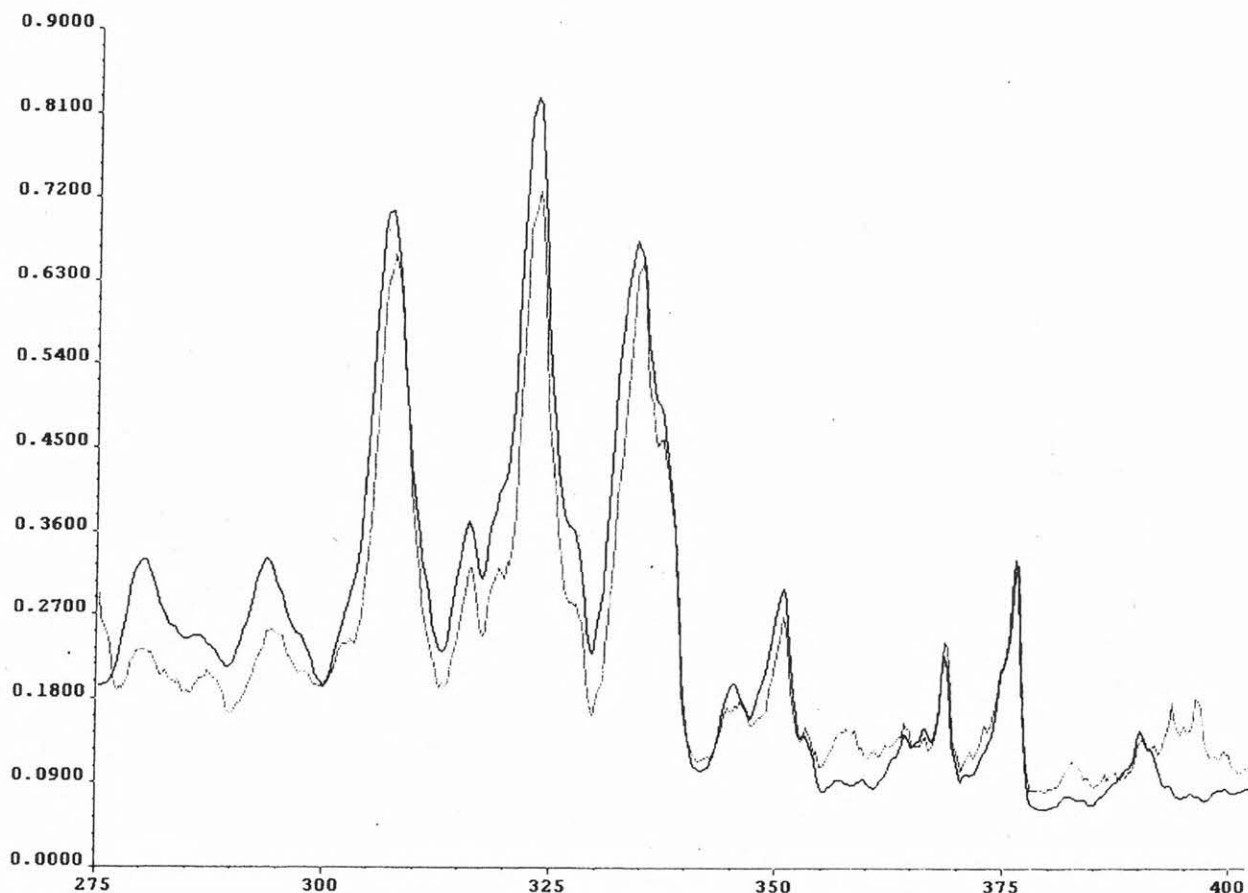
5.3. Elemeloszlás diagramok

A félbevágott fúrómagmintákon az egyes mérési pontokban felvett emissziós spektrumok feldol-

gozása után lehetőség kínálkozik a már azonosított elemek eloszlásának vizsgálatára egy kiválasztott szelvény mentén. Az eloszlás szelvényeknél a vízszintes tengelyen az egyenlő lépésközű mérési

pontokat, a függőleges tengelyen a relatív intenzitás értékeit láthatjuk. Példaként az 5. ábrán az AL 3 mintán mért Fe elem szelvény menti eloszlás diagramját láthatjuk. Az ábra segítségével az Fe dúsulása (pirites ércesedés) egyértelműen megállapítható a függőleges tengelyen látható magas relatív intenzitás értékek ismeretében. Tapasztalataink szerint a pirites ércesedés megjelenése a 0,7-nél nagyobb relatív intenzitás értékeknél vár-

ható. A 6. ábrán az AL 0 mintán két eltérő időpontban, különböző feltételek mellett mért Fe ismételt szelvény menti eloszlás diagramja látható. A pirites ércesedés eloszlása mind az eredeti, mind az ismételt szelvényeken hasonló jelleget mutat, azonban a jelenlegi mérési technológia (a minta megfogása stb.) mellett a relatív intenzitás értékek nagyságrendjében kisebb-nagyobb eltérések állapíthatók meg.



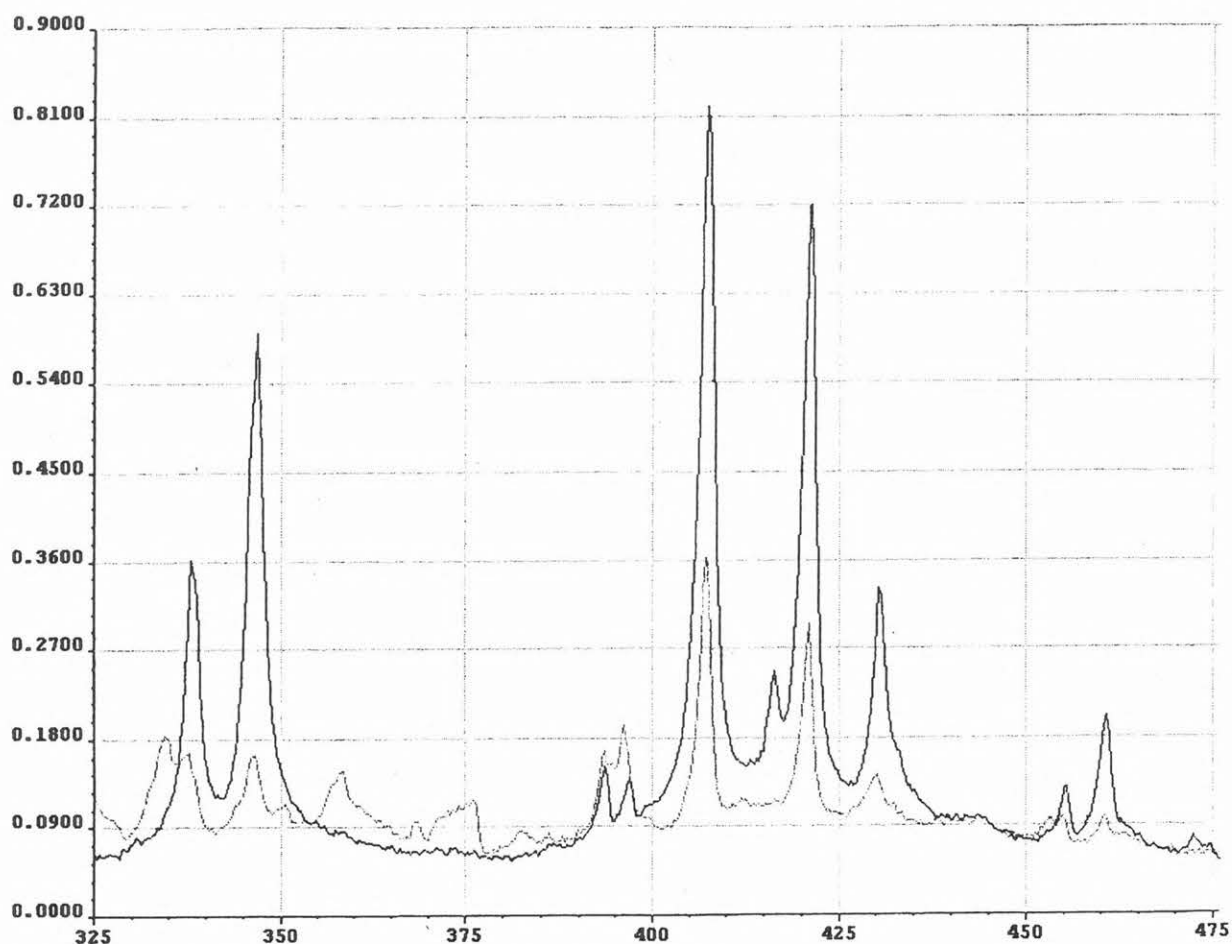
2. ábra. AL 0 felezett magmintán, illetve nagy tisztaságú Ti etalonmintán mért lézer-indukált plazma atom emissziós spektrumok a Ti dúsulás kimutatására

Fig. 2. Laser induced plasma emission spectra measured on the halved AL 0 core sample and on high-purity Ti standard sample to identify Ti enrichment

Eltérő mátrixanyagú (pl. por és szilárd) mintákban előforduló vastartalom koncentráció értékeinek kiszámításához, illetve a mennyiségi analízis elvégzéséhez szükséges vezér spektrumvonalak kijelöléséhez vizsgáltuk az egyes ásványokban nagy gyakorisággal előforduló Al elem eloszlási viszonyait. A vizsgálatok eddigi eredménye a 7. ábrán látható. A három eltérő időpontban, különböző feltételek mellett mért és ismételt szelvényeken az Al elem eloszlása teljesen hasonló jelleget mutat, maximum értékét az 5. sz. mérési

pontban veszi fel. Az Al elem ismételt szelvény menti és átlag relatív intenzitás értékeinek eloszlása a 8. ábrán látható. A megfigyelt relatív intenzitás értékekben való eltérés részben a mérési technológiából adódik, de a mikrokörnyezet tanulmányozása során az eltérések minimalizálhatók. Az ilyen jellegű problémák részletes megoldására nagyszámú mérés statisztikai elemzésével kaphatunk magyarázatokat.

Az eddigi fúrómagminta vizsgálatok különböző elemek (Al, Ca, Fe, Si, Sr) egyértelmű azonosítását



3. ábra. AL 0 felezett magmintán, illetve nagy tisztaságú Sr etalonmintán mért lézer-indukált plazma atom emissziós spektrumok a Sr dúsulás kimutatására

Fig. 3. Laser induced plasma emission spectra measured on the halved AL 0 core sample and on high-purity Sr standard sample to identify Sr enrichment

tették lehetővé számunkra. A kísérleti mérések mintegy összefoglaló eredményét tükrözi a 9. ábrán látható szalag eloszlás diagram. A közös koordináta-rendszerben a mérési pontok (x tengely), a vizsgált elemek (y tengely) és a relatív intenzitás értékek (z tengely) láthatók. Az egyes elemek, de különösen az Fe elem viselkedésének tanulmányozása során a pirites ércesedés egyértelműen nyomon követhető.

6. A mennyiségi kiértékelés alapelvei

A mennyiségi analízis elvégzéséhez minden egyes kiértékelendő elemhez külön kalibrációs függvényt kell konstruálni. A kalibrációhoz minimum három eltérő koncentrációjú minta spektruma szükséges. A kalibrációs függvény 1...20 db csúcsra állítható fel. A kiválasztott csúcsok amplitúdója vagy a második deriváltak amplitúdója egyaránt lehet a regresszió bemenő adata. Lehetőség van vezető csúcs kijelölésére. Ennek olyan csúcsnak

kell lennie, amely a vizsgált mintákban azonos mennyiségben (bizonyos hibán belül) előforduló elemről származik. Ennek használatával sok zavaró tényező kiküszöbölhető.

A regresszió célfüggvénye:

$$I = A \cdot k \cdot \exp(B \cdot c)$$

ahol

I — a vonal intenzitása (amplitúdó, a 2. derivált amplitúdója, csúcsterület stb.),

A, k, B — a kalibráció során meghatározandó paraméterek,

c — a koncentráció.

A kalibráció során az A, k, B paraméter vektorok (dimenziójuk megegyezik a csúcsok számával) kiszámítása történik háromismeretlenes egyenletrendszer megoldásával. Ha az ismert koncentráció értékek száma nagyobb, mint három, akkor a kalibrációs paramétereket háromváltozós regresszióval határozzuk meg. Az ismeretlen koncentráció meghatározása egy csúcs esetén a célfüggvény megoldásával, több csúcs esetén regresszióval történik.

| Elem vegyjel | h. hossz (nm) | alak korreláció | relatív intenzitás | 2. arány intenzitás | 2. derivált arány |
|-----------------|------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| Al | 264,7 | 75% | 0,212 | 0,150 | 0,510 |
| | 308,4 | 96% | 0,647 | 1,741 | 0,354 |
| | 309,2 | 97% | 0,506 | 0,798 | 0,355 |
| Ca | 316,3 | 62% | 0,319 | 1,794 | 2,666 |
| | 393,6 | 54% | 0,177 | 2,300 | 0,682 |
| Fe | 260,0 | 94% | 0,328 | 0,258 | 0,475 |
| | 275,0 | 92% | 0,308 | 1,266 | 1,110 |
| Si | 288,2 | 69% | 0,205 | 0,363 | 1,243 |
| Sr | 338,3 | 17% | 0,357 | 1,814 | 0,445 |
| | 407,7 | 96% | 0,250 | 3,427 | 0,418 |
| | 421,5 | 98% | 0,208 | 2,208 | 0,241 |
| | 460,7 | 38% | 0,106 | 0,339 | 0,263 |
| Ti | 307,5 | 92% | 0,619 | 1,805 | 1,224 |
| | 323,3 | 98% | 0,684 | 2,502 | 0,944 |
| | 332,4 | 97% | 0,397 | 1,559 | 1,863 |
| | 334,5 | 89% | 0,645 | 4,501 | 2,287 |
| | 335,0 | 85% | 0,648 | 4,501 | 2,860 |

2. táblázat. AL 0 (Recsk 35) felezett magmintán mért lézer-indukált plazma atom emissziós spektrum WSKROM program segítségével elvégzett kiértékelésének eredményei

Table 2. Results of the WSKROM evaluation of laser induced plasma atomic emission spectrum measured on the halved core sample AL 0 (Recsk 35)

| Elem vegyjel | h. hossz (nm) | alak korreláció | relatív intenzitás | 2. arány intenzitás | 2. derivált arány |
|-----------------|------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| Al | 308,4 | 98% | 0,296 | 0,990 | 0,203 |
| | 309,3 | 98% | 0,267 | 0,906 | 0,403 |
| | 358,8 | 94% | 0,147 | 0,895 | 0,138 |
| Ba | 389,5 | 19% | 0,078 | 0,191 | 0,088 |
| | 413,0 | 44% | 0,116 | 2,000 | 0,046 |
| | 455,2 | 68% | 0,097 | 0,509 | 0,085 |
| | 494,4 | 33% | 0,058 | 0,460 | 0,129 |
| | 558,6 | 33% | 0,031 | 0,187 | 0,223 |
| Fe | 260,0 | 95% | 0,223 | 0,221 | 0,407 |
| | 275,0 | 95% | 0,196 | 0,671 | 0,588 |
| | 360,8 | 85% | 0,111 | 0,143 | 0,380 |
| | 365,2 | 92% | 0,090 | 0,242 | 0,686 |
| | 374,0 | 69% | 0,106 | 0,152 | 0,373 |
| | 382,2 | 93% | 0,081 | 0,198 | 0,713 |
| Mg | 279,4 | 77% | 0,150 | 0,629 | 0,231 |
| | 292,9 | 29% | 0,102 | 0,329 | 0,416 |
| Si | 288,2 | 79% | 0,107 | 0,212 | 0,727 |
| Sr | 338,3 | 35% | 0,164 | 0,926 | 0,227 |
| | 346,8 | 88% | 0,162 | 1,064 | 0,249 |
| | 407,7 | 93% | 0,352 | 5,196 | 0,634 |
| | 421,5 | 94% | 0,293 | 4,217 | 0,460 |
| | 460,7 | 85% | 0,095 | 0,512 | 0,398 |
| Ti | 323,3 | 99% | 0,185 | 0,808 | 0,305 |
| | 332,4 | 97% | 0,133 | 0,255 | 0,304 |
| | 334,5 | 73% | 0,180 | 0,760 | 0,386 |
| | 335,0 | 58% | 0,180 | 0,760 | 0,483 |
| | 338,0 | 97% | 0,164 | 0,926 | 1,239 |

3. táblázat. AL 0 (Recsk 15) felezett magmintán mért lézer-indukált plazma atom emissziós spektrum WSKROM program segítségével elvégzett kiértékelésének eredményei

Table 3. Results of the WSKROM evaluation of laser induced plasma atomic emission spectrum measured on the halved core sample AL 0 (Recsk 15)

| | R 36352–53 794 | R 360 7879 80sz | R 3603940 40 |
|--|----------------|-----------------|--------------|
| | % | % | % |
| SiO ₂ | 71,18 | 69,32 | 48,27 |
| TiO ₂ | 0,40 | 0,41 | 0,66 |
| Al ₂ O ₃ | 11,70 | 11,71 | 22,11 |
| Fe (pirites), Fe%-ban | 3,46 | 3,46 | 5,09 |
| Fe oxidok, Fe ₂ O ₃ -ban | 1,34 | 0,77 | 0,83 |
| S | 3,96 | 3,96 | 5,83 |
| MnO | 0,01 | 0,00 | 0,07 |
| CaO | 0,15 | 0,16 | 0,19 |
| MgO | 0,06 | 0,02 | 0,23 |
| Na ₂ O | 0,45 | 0,35 | 0,69 |
| K ₂ O | 0,32 | 0,31 | 2,10 |
| CO ₂ | 0,86 | 0,21 | 0,05 |
| P ₂ O ₅ | 0,10 | 0,40 | 0,12 |
| H ₂ O | 5,54 | 6,28 | 13,07 |
| Szumma | 99,53 | 97,36 | 99,31 |
| össz. Fe, Fe%-ban | 4,40 | 4,00 | 5,67 |
| össz. Fe, Fe ₂ O ₃ -ban | 6,30 | 5,73 | 8,11 |
| FeS ₂ | 7,43 | 7,43 | 10,92 |
| | ppm | ppm | ppm |
| Sr | 1520,00 | 5007,00 | 351,00 |
| Ba | 173,00 | 231,00 | 253,00 |
| Cu | 372,00 | 695,00 | 116,00 |
| Zn | 68,00 | 93,00 | 71,00 |
| Pb | 177,00 | 30,00 | <20 |
| Co | 16,00 | 48,00 | 73,00 |
| Ni | 13,00 | 35,00 | 25,00 |
| Cr | 49,00 | 86,00 | 15,00 |
| As | 185,00 | 163,00 | 368,00 |
| V | 144,00 | 67,00 | 210,00 |

4. táblázat. AL 1, AL 2 és AL 3 felezett fúrómagminták ICP laboratóriumi elemzésének eredményei

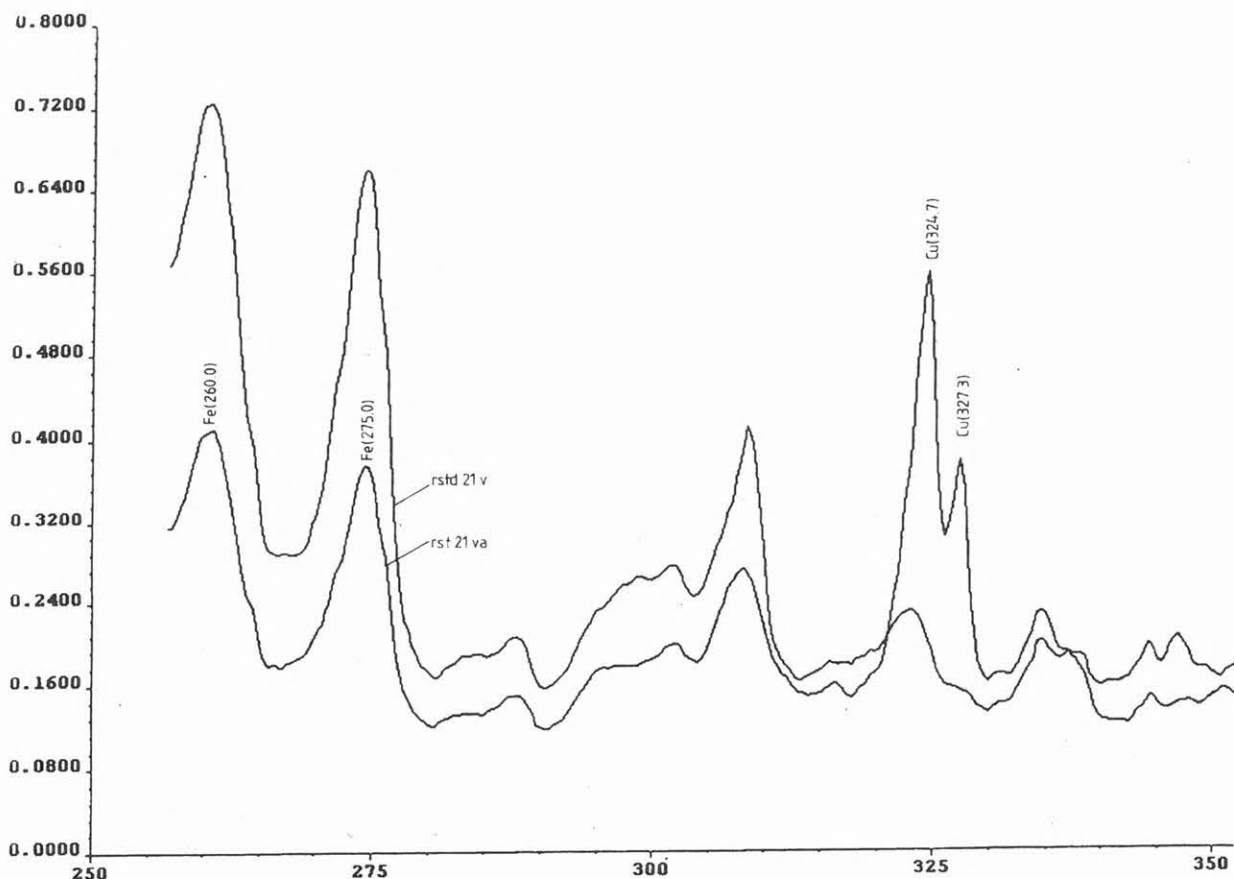
Table 4. Results of laboratory ICP analysis carried out on halved core samples AL 1, AL 2 and AL 3

6.1. Kalibrációs technológia

A vizsgált fúrómagmintákat alkotó elemek koncentráció értékeinek kiszámításához a mérőberendezés hitelesítésére van szükség. A mennyiségi kiértékelés alapelveiből adódóan a kalibrációs összefüggések paramétereinek meghatározásához olyan etalonmintákra van szükség, amelyek a vizsgált elemeket legalább három (a pontosság növelése céljából célszerűbb több) eltérő koncentrációban tartalmazzák. A hitelesítések pontos elvégzéséhez törekedni kell arra, hogy a vizsgált elemek eloszlása az etalonmintákban egyenletes legyen. Mint ismeretes, a vizsgált félbevágott fúrómagmintáknál az elemeloszlások szabálytalanok voltak már eddig is több problémát jelentett a mérések reprodukálhatósági vizsgálatainál. Az említett hatások kiküszöbölésére célszerűnek látszott olyan, a laboratóriumi berende-

zések hitelesítésére már bevált porított etalonminták használata, amelyeknél az elemösszetétel laboratóriumi mérések (ICP) alapján ismert, illetve a vizsgált elem (jelen esetben Fe vagy FeS₂) eloszlása egyenletesnek tekinthető.

A recski területéről származó (AL 1 R360 78,4 m, AL 2 R360 39,1 m és AL 3 R363 52,8 m) jelű fúrómagminták anyagából porított mintákat készítettek. A porított minták ICP laboratóriumi vizsgálatait a Magyar Állami Földtani Intézet laboratóriumában dr. BARTA András végezte és az elemzések végeredményét az 4. táblázat tartalmazza. Mint a táblázatból látható, a vastartalom (pirittartalom) koncentráció értékeinek változása az R363 52,8 m (AL 3) és R360 78,4 m (AL 1) mintáknál vagy igen kicsi (0,4% Fe) vagy egyáltalán nincs (0% FeS₂), ezért olyan inaktív anyagot választottunk a hitele-



4. ábra. AL 1 fűrómagmintán mért átlag és Cu jelenlétét reprezentáló lézer-indukált plazma emissziós spektrumok

Fig. 4. Laser induced plasma emission spectra measured on core sample AL 1, an average spectrum and a spectrum reflecting the presence of Cu

sítések elvégzéséhez, ahol a vastartalom elhanyagolható. Vizsgálataink szerint erre legmegfelelőbb etalonnak a barit porminta (Ba) etalon kínálkozott.

A hitelesítések céljaira használt AL 1 (rstd 2 vp), AL 2 (rstd 3 vp) és Barit (Ba) etalonok lézer-indukált plazma atom emissziós spektrumai a 10. ábrán láthatók. A hitelesítések céljaira az igen erős Fe 260,0 nm (259,957 nm) atom emissziós spektrumvonalat választottuk ki és a WSKROM program analízis modulja (5.1.4.) segítségével elvégeztük a hitelesítést, valamint a már említett célfüggvény konstansainak kiszámítását.

A hitelesítések céljára használt porminták, illetve a vizsgálatok számára érdekes félbevágott fűrómagminták mátrix tulajdonságai eltérők, ebből következően az emissziós spektrumokon megjelenő zajszintek (termikus háttér) is változók. A mennyiségi kiértékelést zavaró jel/zaj szint csökkentésére és ebből adódó hatások kiküszöbölésére a WSKROM program analízis modulja egy vezető csúcs kijelölését teszi lehetővé, amely segítségével

a kalibráció számára kiválasztott amplitúdó értékek (a 2. derivált amplitúdója, csúcsterület stb.) a továbbiakban normált alakra hozhatók. Jelen esetben erre a célra az Al 309,3 nm (309,272) atom emissziós spektrumvonalát választottuk ki, mivel eddigi tapasztalataink szerint az Al általában egyenletes eloszlást mutatott.

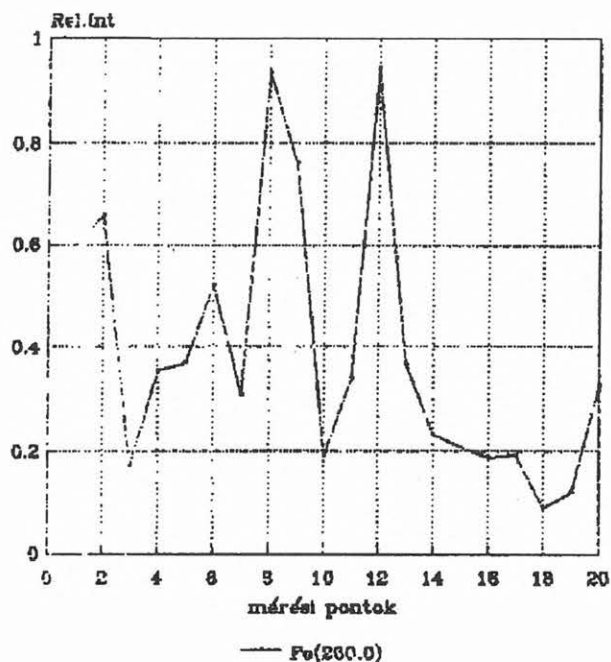
A regressziós célfüggvény paramétereinek ismeretében lehetőség kínálkozott a már jól ismert Fe szelvény menti eloszlás diagramok Fe szelvény menti koncentráció eloszlás diagrammá történő transzformálásra (11. ábra).

7. További feladatok, következtetések

A mérések egyik problémája a mérés pontszerűsége és a kőzetek mikrokristály-szerkezete közötti ellentmondás, vagyis az, hogy a mérés a lézersugár által éppen eltalált kőzetalkotó kristályra és nem a kőzet egészére adja meg a jellemző összetételt.

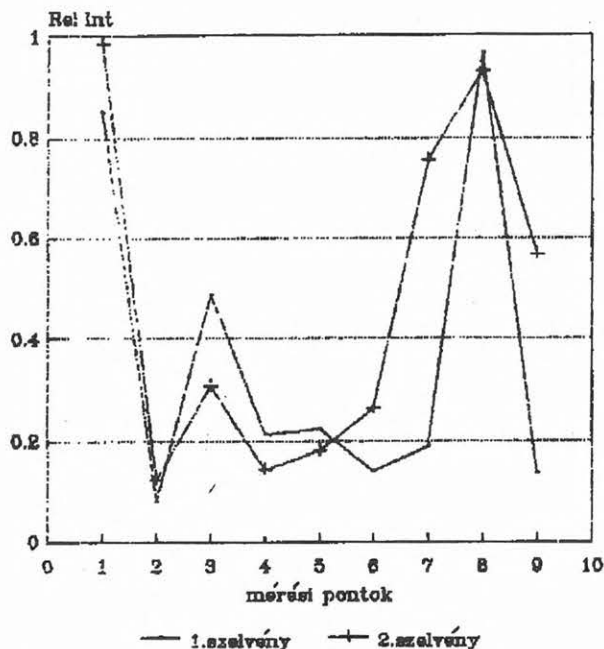
Ennek az ellentmondásnak a feloldására statisztikus eljárást dolgozunk ki a vizsgált minta véletlenszerűen elhelyezkedő mérési pontjainak együttes feldolgozására. A kidolgozott eljárás lehetővé teszi a minták roncsolásmentes (porítás és homogenizálás nélküli) vizsgálatát.

Az eljárás jóságát félbevágott fűrőmagminták segítségével ellenőrizzük, az egyik félmintát hagyományosan porítással és homogenizálással laboratóriumi úton ellenőrizzük, míg a másik félminta vizsgálatára a statisztikus lézer spektroszkópiát alkalmazzuk.



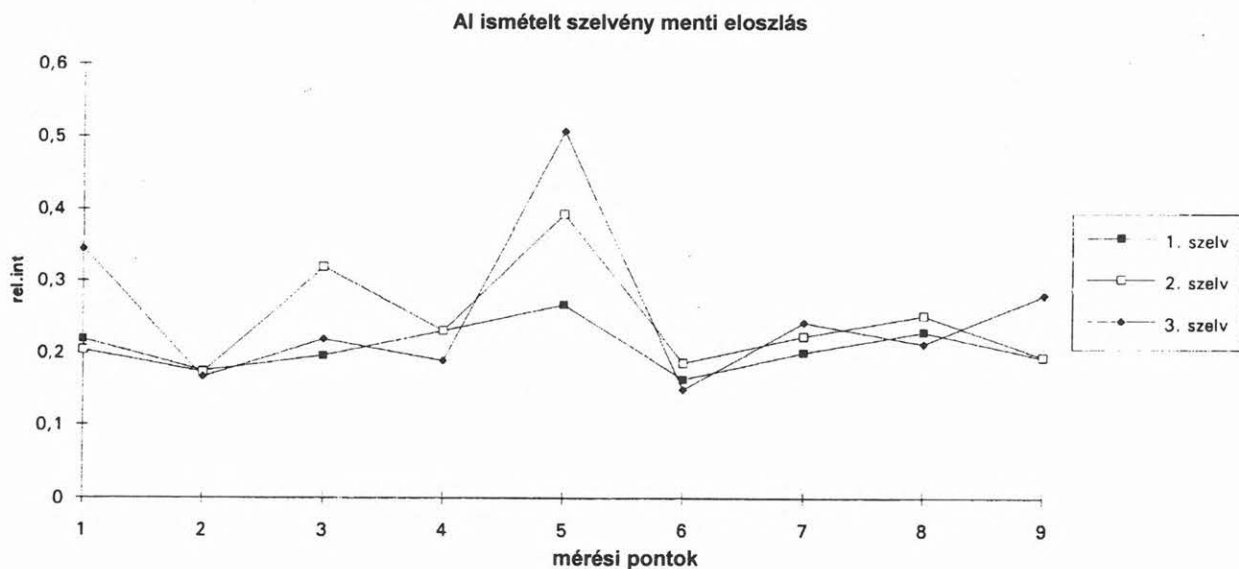
5. ábra. AL 3 fűrőmagmintán mért Fe elem szelvény menti eloszlás diagram

Fig. 5. Distribution diagram of element Fe along a profile measured on core sample AL 3



6. ábra. AL 0 fűrőmagmintán mért ismételt szelvény menti eloszlás diagram

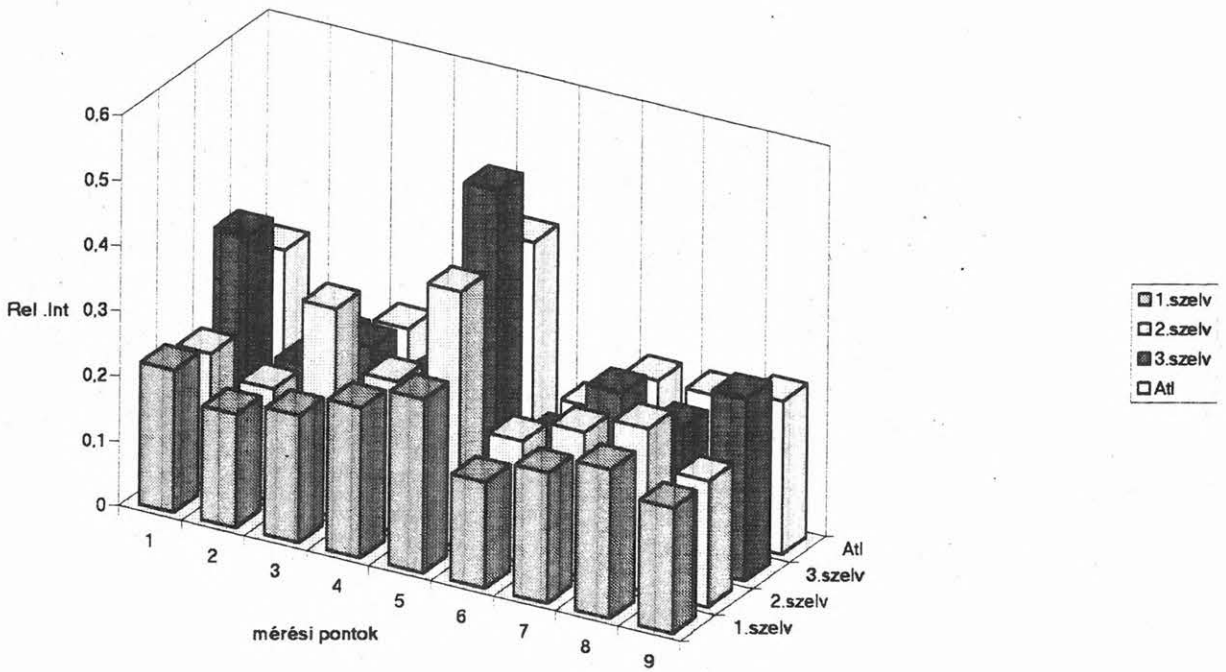
Fig. 6. Distribution diagram along a profile of repeat measurement on core sample AL 0



7. ábra. AL 0 fűrőmagmintán mért Al elem ismételt szelvény menti eloszlás diagramja

Fig. 7. Distribution diagram of element Al along a profile of repeat measurement on core sample AL 0

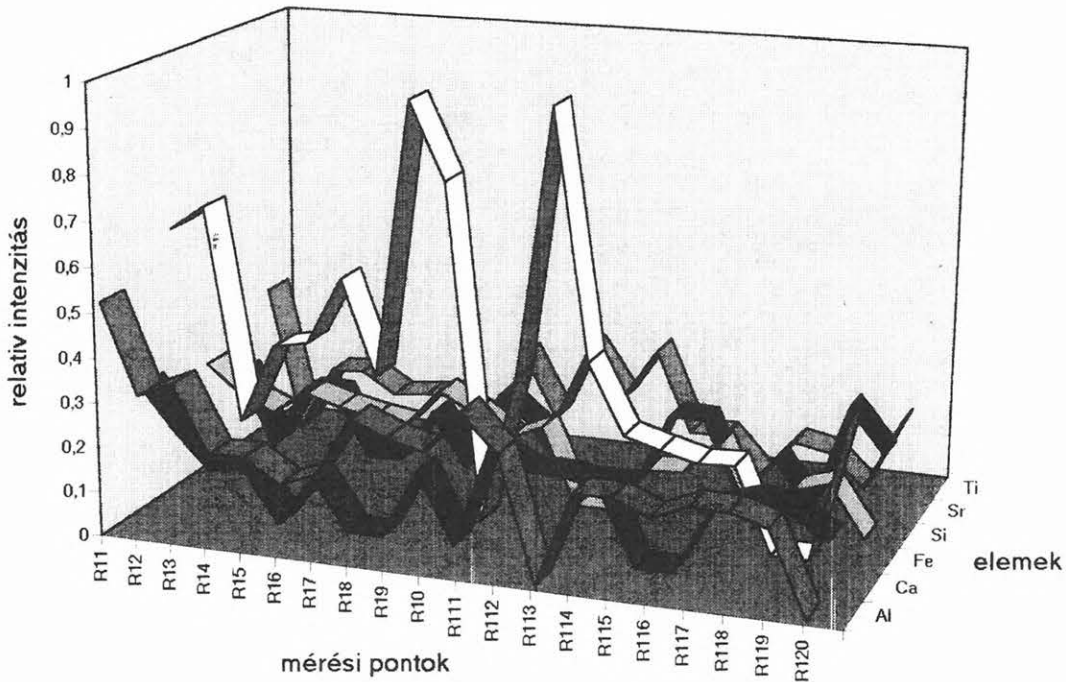
Al szelvény menti eloszlás



8. ábra. AL 0 fúrómagmintán mért Al elem ismételt és statisztikai átlag szelvény menti eloszlás diagramja

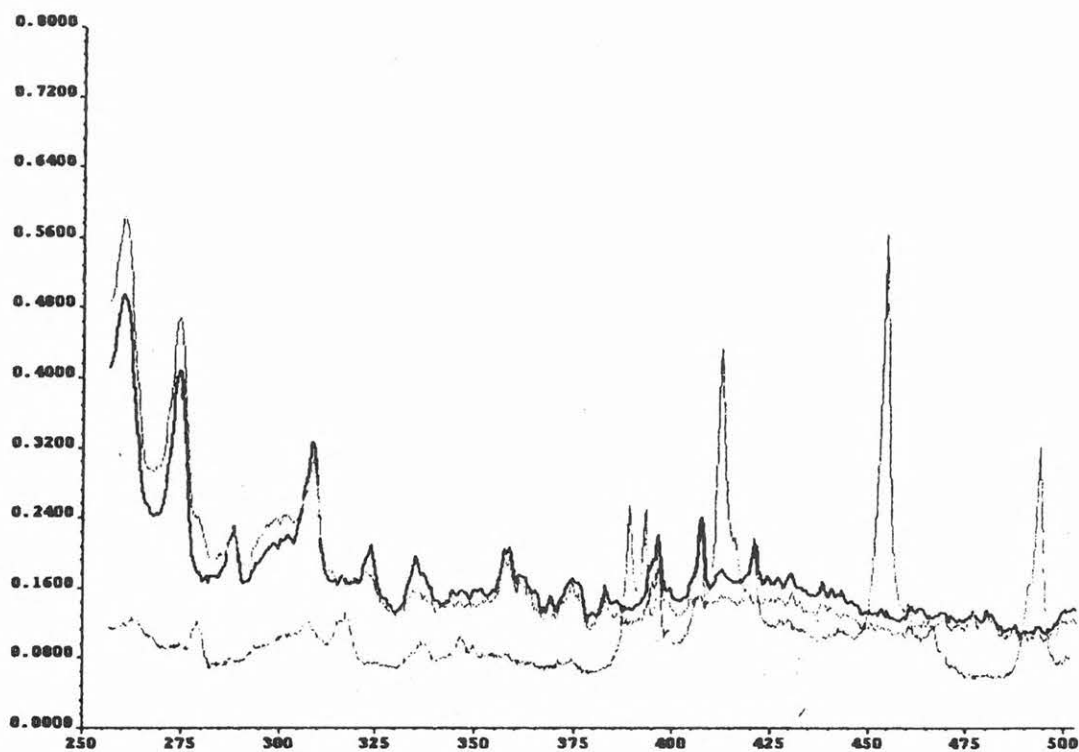
Fig. 8. Distribution diagram of element Al along a profile of repeat measurement and statistical average on core sample AL 0

Eloszlás diagram



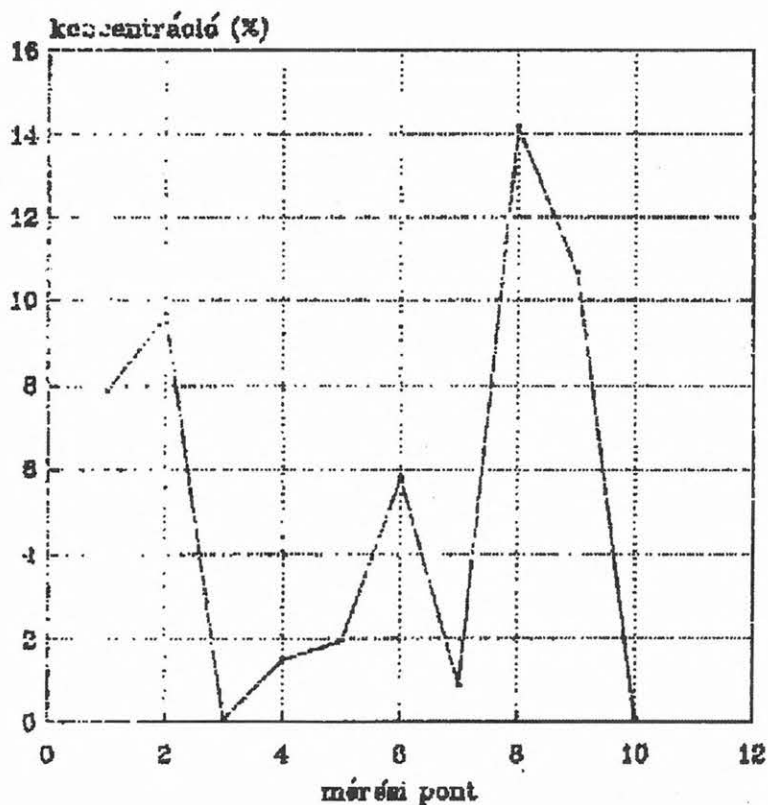
9. ábra. AL 3 felezett fúrómagmintán azonosított Al, Ca, Fe, Si, Sr elemek szelvény menti eloszlás szalagdiagramja

Fig. 9. Ribbon diagram of distribution of elements Al, Ca, Fe, Si and Sr identified in halved core sample AL 3 along a profile



10. ábra. A hitelesítések céljaira használt AL 1 (rstd 2 vp), AL 2 (rstd 3 vp) és barit (Ba) etalonok lézer-indukált plazma atom emissziós spektrumai

Fig. 10. Laser induced plasma emission spectra of standards AL 1 (rstd 2 vp), AL 2 (rstd 3 vp) and barite (Ba) used for calibration



11. ábra. AL 3 fűrőmagmintán mért Fe elem szelvény menti koncentráció eloszlás diagram

Fig. 11. Concentration distribution diagram of element Fe along a profile measured on core sample AL 3

HIVATKOZÁSOK

- ANDRÁSSY L., LENDVAY P., LUPKOVICS G., KOZMA L., NÉMETH B. 1995a: A lézer-indukált plazma atom emissziós spektroszkópia alkalmazási lehetőségei a földtani és környezetvédelmi kutatásokban. Magyar Geofizika **36**, 1, 68–74
- ANDRÁSSY L., MARA J., LUPKOVICS G., MOLNÁR G., VIHAR L. 1995b: LIPS2 hordozható lézer-indukált plazma spektrométer. Magyar Geofizika **36**, 3, 222–231
- KWANG B. H. 1989: Application of Laser-Induced Fluorescence for determination of trace Uranium, Europium and Samarium Talanta **36**, 11, 1095–1099
- MOENKE L., JAHN K., BRÜGMAN L. 1989: Laser-Micro-Analytical Studies on Distribution Pattern of Manganese, Iron and Barium in Fe/Mn-Accumulates of the Western Baltic Sea. Chem. Erde **49**, 39–46

Klaszter analízis alkalmazása felszíni geofizikai adatok komplex értelmezésében¹

KOVÁCSVÖLGYI SÁNDOR, OCSÉNÁS PÉTER²

A rendelkezésre álló földtani–geofizikai paraméterek együttes elemzésének egyik lehetséges statisztikai módszere a klaszter analízis. A választott DK-magyarországi teszterületen a kimutatott klaszterek megfelelnek az ismert földtani szerkezeteknek, a klaszter analízis tehát alkalmas lehet a szerkezeti egységek lehatárolására, illetve az egyes egységek földtani–geofizikai sajátosságainak megismerésére.

S. KOVÁCSVÖLGYI, P. OCSÉNÁS: The interpretation of ground geophysical data with the application of cluster analysis

The cluster analysis is a probable statistical method of simultaneous analysis of geological–geophysical parameters. In selected area (SE Hungary) the determined clusters are the equivalent of geological structure, so the cluster analysis could be applied to determine of these structural unites and cognition of geological–geophysical quality of these unites.

1. Bevezetés

A geofizikai értelmezés módszerei determinisztikus vagy statisztikus jellegűek. Az első esetben abból indulunk ki, hogy az észlelt anomáliák világos okokra (hatókra) vezethetők vissza, a feladat pedig ezen hatók leírása. E módszerek előnye, hogy eredményük szemléletes, a földtán nyelvezetére könnyen lefordítható. Hátrányuk azonban, hogy a megbízható hatószámításhoz szükséges fizikai és geometriai paraméterek általában nem állnak rendelkezésre megfelelő mennyiségben és minőségben, ezért ezeket becsülnünk kell, illetve az egész értelmezést bizonyos — esetleg téves — prekonceptiókra kell helyezni. A statisztikus módszerek esetében statisztikai jellegű összefüggéseket keresünk. Ezek előnye, hogy az eredmények többé-kevésbé mentesek a prekonceptióktól, földtani tartalmuk azonban nehezebben megfogható.

A különböző geofizikai módszerek a földtani felépítés különböző elemeire érzékenyek. Együttes alkalmazásuk a jobb megismerést, illetve az egyes módszerekben rejlő „csapdák” elkerülését szolgálja. A komplex értelmezés klasszikus eszközei a pauszpapír és a világítóasztal, klasszikus módszere pedig a különböző paraméterterképek szemmel történő összehasonlítása. Nyilvánvaló, hogy az összehasonlítás pontosabbá, finomabbá tehető, ha a szubjektív szem helyett objektív matematikai módszereket alkalmazunk.

Az ELGI-ben jelenleg három egymástól független, az egész országra kiterjedő adathálózat létezik: a harmadidőszaki medencealjzat mélységtérképének [KILÉNYI, SEFARA 1991] digitalizált változata, az Országos Gravimetriai Adatbázis [KOVÁCSVÖLGYI 1994, MILÁNKOVICH 1995], valamint az Országos Földmágneses Adatbázis [MILÁNKOVICH 1995]. Származtatott adathálózatként rendelkezésre áll a fedetlen gravitációs anomália térkép is. E négy paraméter klaszter analízissel történő együttes vizsgálatát kíséreltük meg a kiválasztott DK-magyarországi teszterületen.

A vizsgálat az OTKA T 019950 sz. téma támogatásával készült.

2. A klaszter analízis

A klaszter analízis feladata a mintaelemek osztályokba sorolása. A klaszterezésnek, attól függően, hogy milyen döntéshozatali függvénnyel végezzük az osztályozást, többféle változata ismeretes. Az eljárások két fő csoportra oszthatók: a hierarchikus és a nem hierarchikus módszerekre. Az SPSS programrendszerrel nagy elemszámú minták vizsgálatára a nem hierarchikus elemző módszerek alkalmazására van lehetőség.

A nem hierarchikus módszerek [ANDERBERG 1973] általános felépítése:

- 1) kezdő klaszterek kialakítása (kezdő magpontok megadása)
- 2) mintaelemek elhelyezése a kezdő klaszterekbe
- 3) a mintaelemek átrendezése a klaszterek között valamilyen optimalizáló kritérium szerint.

¹ Beérkezett: 1997. április 24-én

² Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.

A kezdő magpontok számításának első lépéseként tekintjük az első k adatot k középpontnak. Ezután valamennyi adatot sorban vizsgálva egy új adat minden esetben helyettesíteni fogja a hozzá legközelebb eső középpontot, ha ettől mért távolsága nagyobb, mint a két legközelebbi középpont távolsága, ill. a középpont és az új adat távolsága nagyobb, mint a középpont és a többi középpont távolsága. Az összes adaton elvégezve az elemzést rendelkezésre állnak a kezdő magpontok.

Ezután minden adatot a legközelebbi lévő magponthoz sorolunk. Kiszámítjuk a klaszterek centroidjait (átlagát) és ezt tekintjük az új magpontnak. Ez utóbbi két lépést addig ismételjük, amíg a folyamat nem konvergál, azaz a klaszter tagság nem lesz állandó.

Az eljárás lényeges kérdése a klaszterek számának helyes megválasztása. Rosszul definiált klaszter számmal hamis klaszter struktúrát adhat a módszer (felbonthatunk homogén klasztereket vagy összevonhatunk elkülönülő klasztereket). A klaszterek számának helyes megválasztásához szükséges az egyes felosztásokhoz tartozó klaszterek statisztikai jellemzőinek analízise. Ez magában foglalja az egyes klaszterekhez tartozó paraméterátlagok és szórások, valamint a magpontok közötti távolságok számítását.

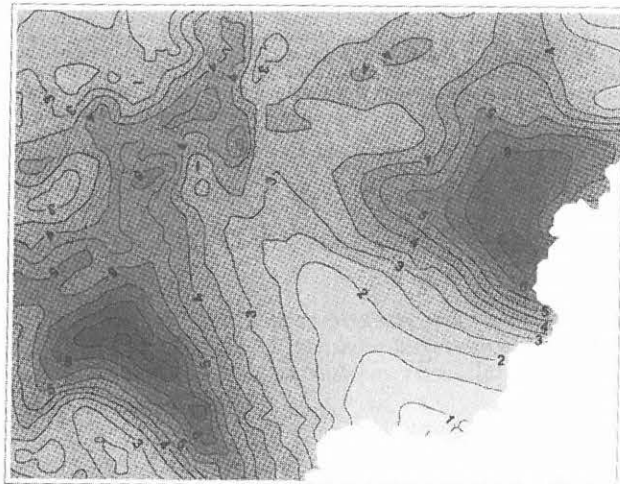
3. A terület földtani–geofizikai modellje

A választott teszterület felépítése egészen az asztenoszféra felszínéig jól ismertnek tekinthető. A közelmúltban megjelent nagyszámú publikáció közül összefoglaló jellege révén kiemelkedik POSGAY et al. [1995], fejlődéstörténeti értelmezést is ad POSGAY et al. [1996], míg a gravitációs és mágneses anomáliák értelmezésével részletesebben KOVÁCSVÖLGYI [1995] foglalkozik.

Az 1. ábra a terület pretercier aljzatának mélységtérképe, amelyen jól elkülönülnek a regionális szerkezeti elemek. Az országhatár mentén keletről nyugat felé haladva a következő szerkezeti elemek mutathatók ki:

- Békési-medence, legmélyebb pontján 6 km-t meghaladó mélységgel
- Pusztaföldvár–Battonyai gerinc, legkiemelkedettebb részén 1 km körüli medencealjzattal
- Makói árok, 7 km-t elérő mélységgel
- Algyői kiemelkedés, 3 km körüli mélységgel.

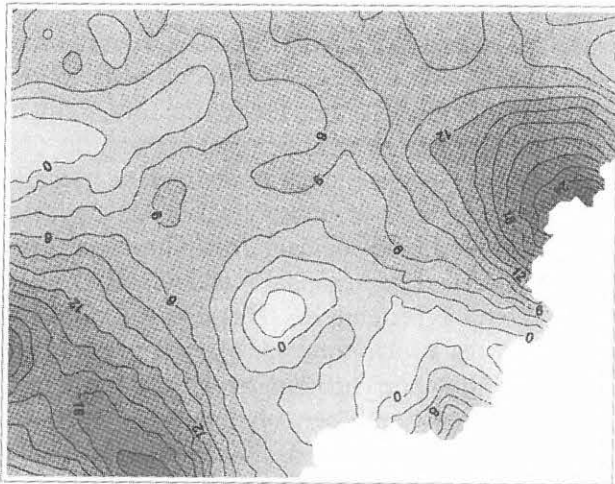
A terület ÉNy-i részén ezek a szerkezetek már nem követhetők, az aljzatmélység itt nem túl változékony, és 3–4 km körüli.



1. ábra. DK-Magyarország pretercier medencealjzatának mélységtérképe

Fig. 1. Depth to the pre-tertiary basement in SE Hungary

A Bouguer-anomália térképen (2. ábra) a Békési-medence és az Algyői kiemelkedés területe maximum, a Pusztaföldvár–Battonyai gerincé minimum, míg a Makói árok minimum és maximum közötti átmeneti zóna. ÉNy-on az anomália értékek a Pusztaföldvár–Battonyai gerincen mértékhez hasonlóak. A laza üledékek hatásának korrekciójával kapott fedetlen gravitációs anomália térkép (3. ábra) annyiban különbözik a Bouguer-anomália térképtől, hogy az Algyői kiemelkedés és a Makói árok területe egy közös maximumként jelentkezik. A felszíni mérések alapján szerkesztett mágneses anomália térképen (4. ábra) a Békési-medence és az Algyői kiemelkedés területén találunk regionális anomáliákat, míg ÉNy-on kisebb lokális anomáliásáv mutatható ki.

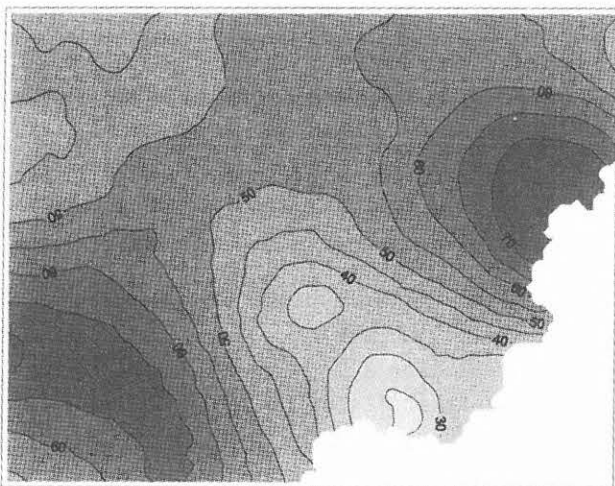


2. ábra. DK-Magyarország Bouguer-anomália (dg) térképe

Fig. 2. Bouguer anomaly map (dg) in SE of Hungary

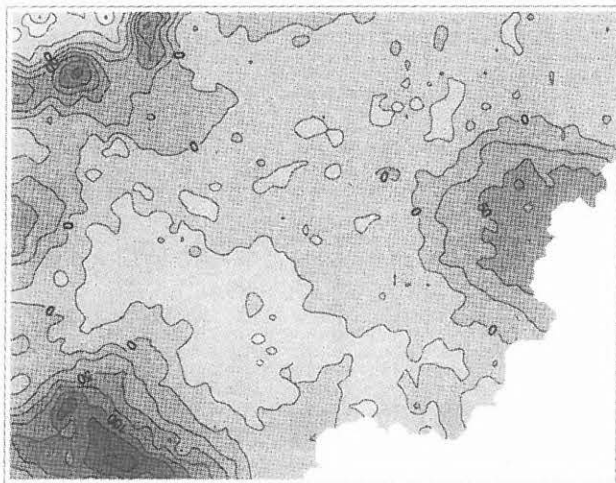
A rövid jellemzésből is kitűnik, hogy az egyes szerkezeti elemek a vizsgált négy paraméter tekin-

tetében eltérő viselkedést mutatnak, így a módszer itt megnyugtató módon tesztelhető. Ha ugyanis a klaszter analízis alkalmazásával e szerkezetek önálló klaszterekbe rendeződnek, akkor bízhatunk abban, hogy más területen, ahol az összefüggések kevésbé nyilvánvalóak, szintén értelmezhető eredményre jutunk. Ha azonban ez nem valósul meg itt, ahol a szerkezetek geofizikai sajátosságai egyértelműek, akkor a módszerrel aligha érdemes tovább kísérletezni.



3. ábra. DK-Magyarország medencehatással korrigált gravitációs anomália (fedetlen dg) térképe

Fig. 3. Stripped gravity map in SE of Hungary



4. ábra. A mágneses térerősség függőleges komponensének (dz) anomália térképe DK-Magyarországon

Fig. 4. Map of vertical magnetic component in SE of Hungary

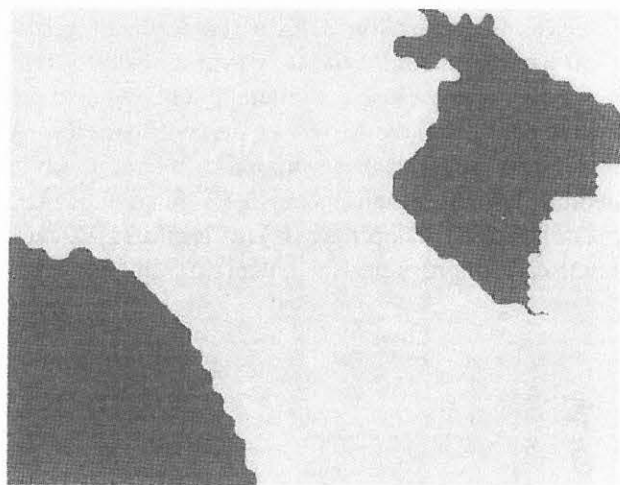
4. A klaszter analízis eredményei

A klaszter analízis első lépéseként az eredeti mérési, ill. számított adatokat 2x2 km-es négyzetrácsra interpoláltuk. Ezek lettek az analízis bemeneti adatai.

Az analízis következő lépéseként, ahhoz, hogy minden adat azonos súllyal szerepeljen, szükséges a változók standardizált értékeinek (zérus várható érték és egységnyi szórás) kiszámítása.

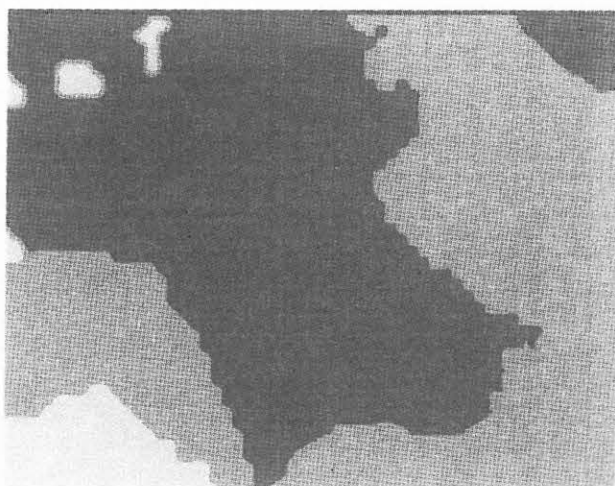
Ezt követi a konvergencia kritériumok megadása. A magpontok számítása akkor áll le, ha bármely középpont esetében a legnagyobb változás kisebb, mint a kiindulási középpontok közötti távolságnak a kritérium szerint definiált %-a. Az állandó klaszter tagság eléréséhez a tapasztalat szerint a 0,1%-os határt kell megadni. Ezzel az értékkel számolva maximum 15–20 lépés után a klaszter tagság állandósul.

Az analízist 2-, 3-, 4- és 5-klasztos felosztásra is elvégeztük, majd az eredményeket térképen ábrázoltuk (5.–8. ábrák). A térképeken a különböző klaszterhez tartozás különböző árnyalattal van jelölve. Valamennyi ábra sajátossága, hogy a klaszterek területileg jól elkülönülnek.



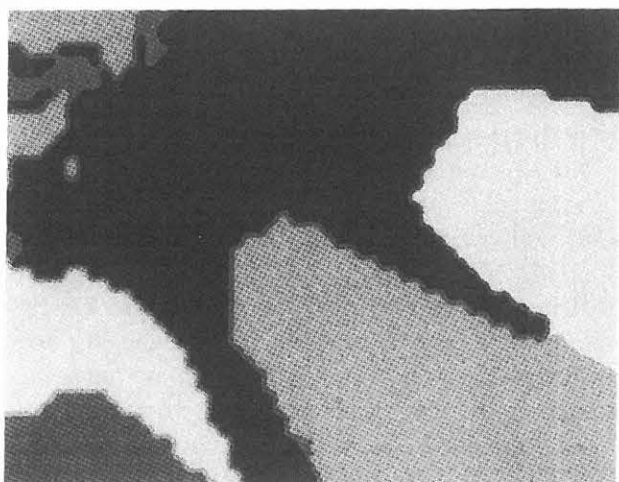
5. ábra. 2-klasztos felosztás DK-magyarországi gravitációs és mágneses adatok alapján

Fig. 5. 2-cluster classification from gravity and magnetic data



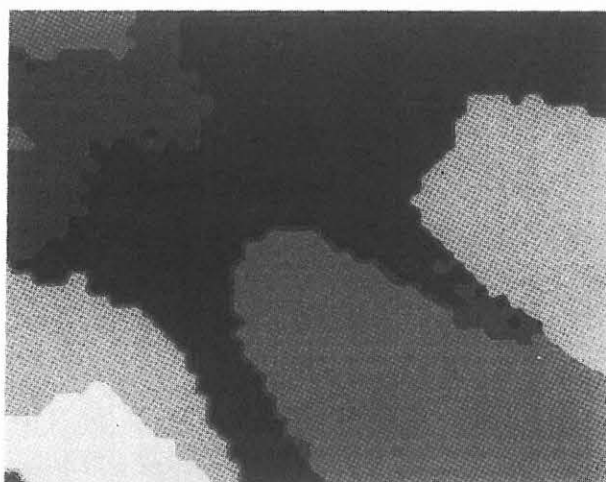
6. ábra. 3-klasztos felosztás DK-magyarországi gravitációs és mágneses adatok alapján

Fig. 6. 3-cluster classification from gravity and magnetic data



7. ábra. 4-klasztères felosztás DK-magyarországi gravitációs és mágneses adatok alapján

Fig. 7. 4-cluster classification from gravity and magnetic data



8. ábra. 5-klasztères felosztás DK-magyarországi gravitációs és mágneses adatok alapján

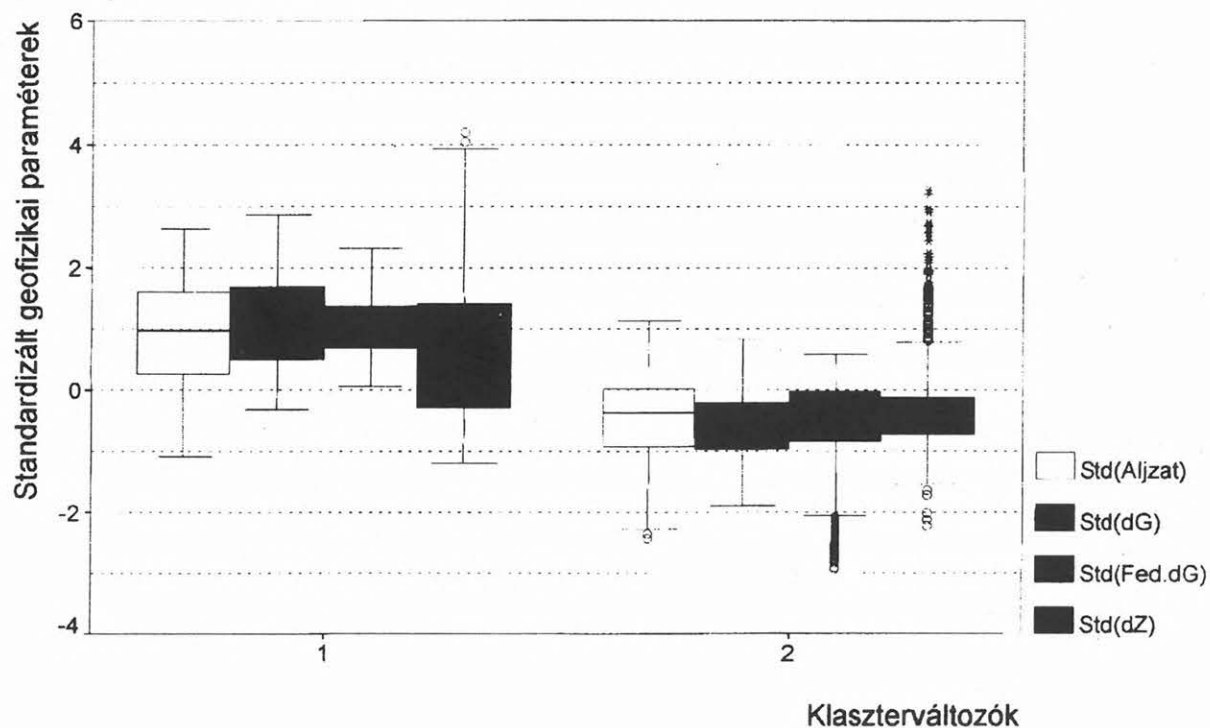
Fig. 8. 5-cluster classification from gravity and magnetic data

Egyes felosztásokon belül a standardizált geofizikai paraméterek eloszlását „boxplot”-okkal szemléltetjük. Az egy eloszlást jellemző téglalap alsó éle a 25%-os, a felső éle a 75%-os percentilist jelöli. A téglalapon belül vastag vonallal a mediánt, kívül pedig folytonos vonallal az alsó, ill. felső éltől mért másfélszeres téglalap magasságot jelöltük. Az ezen kívül eső kiugró adatokat körrel (o), ill. a három-

szoros téglalap magasságon túli szélsőséges adatokat csillaggal (*) jelöltük.

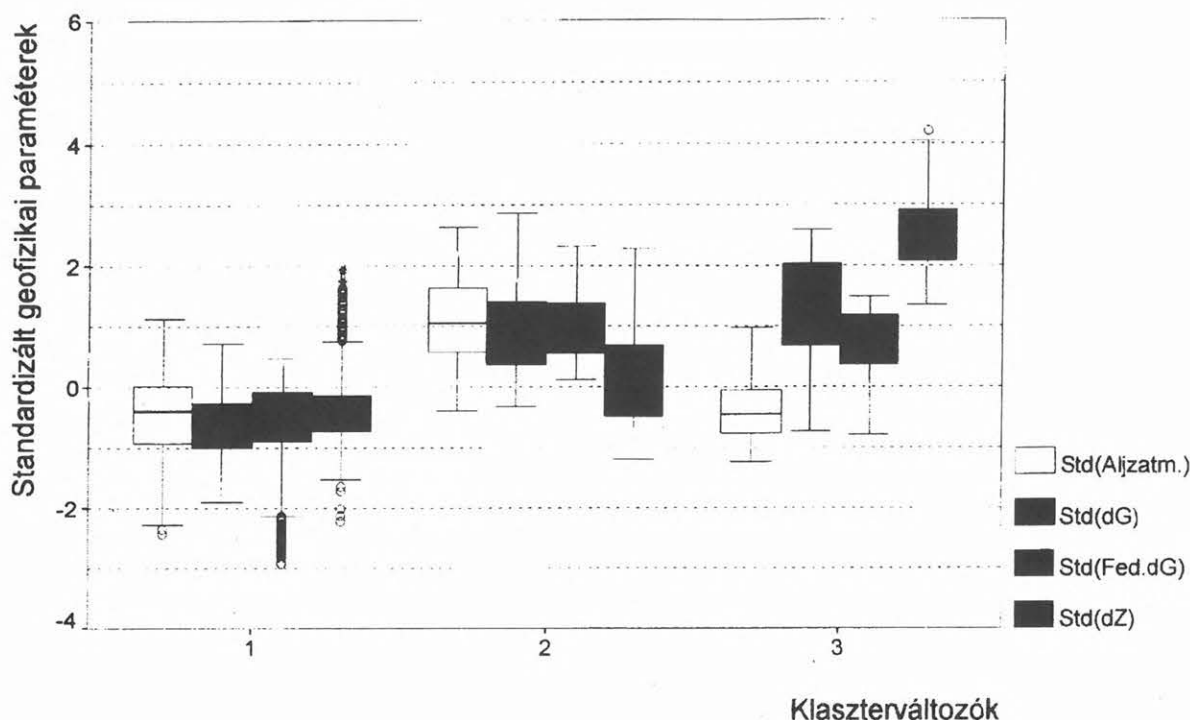
A 9.–12. ábrákon a 2-, 3-, 4- és 5-klasztères felosztásokhoz tartozó (standardizált) geofizikai paraméter eloszlások boxplotjai szerepelnek.

Kétklasztères felbontás esetén (5. ábra: térkép, 9. ábra: boxplot) az első klaszterbe (az 5. ábrán sötétszürke, a 9. ábrán az 1. boxplot) a Békési-



9. ábra. Geofizikai paraméterek boxplotjai 2-klasztères felosztás esetén

Fig. 9. The boxplots of geophysical parameters in the case of 2-cluster classification



10. ábra. Geofizikai paraméterek boxplotjai 3-klaszteres felosztás esetén
 Fig. 10. The boxplots of geophysical parameters in the case of 3-cluster classification

medence, valamint a Makói árokban és az Algyői kiemelkedésből álló blokk tartozik. Itt az alsó kéreg és a köpeny kiemelt helyzetben van [POSGAY et al. 1995], ami jelentősen befolyásolja a gravitációs anomáliákat [KOVÁCSVÖLGYI 1995], olyannyira, hogy a Bouguer-anomáliák és az aljzattérség közötti megszokott negatív korreláció helyett pozitív korrelációt kapunk. Ugyanitt a mágneses anomáliákról is feltételezhető, hogy a kiemelt helyzetű alsó kéreg képződményeihez kapcsolódnak [KOVÁCSVÖLGYI 1995]. A terület többi részén (az 5. ábrán világos színnel jelölve, a 9. ábrán a 2. boxplot) e markáns jellegzetességek hiányoznak.

A 2/1 klaszter a háromklaszteres felosztáskor (6. ábra: térkép, 10. ábra: boxplot) a 3/2 és 3/3 klaszterekre válik szét. A 3/2 klaszterbe (a 6. ábrán középszürke) kerül a Békési-medence és a Makói árok területe, míg a 3/3 klaszterben (a 6. ábrán világos) elkülönül az Algyői kiemelkedés. Az elkülönülés sajátossága az, hogy az Algyői kiemelkedés területén a nagy gravitációs anomália értékek kis aljzattérség mellett jelentkeznek, és emellett markáns mágneses anomália is van. A kisebb aljzattérség és a mágneses anomália együttes jelentkezése miatt ebbe a klaszterbe kerül az ÉNy-i lokális mágneses anomáliaszáv területe is.

Négyklaszteres felbontásnál (7. ábra: térkép, 11. ábra: boxplot) a 4/4 klaszternek a 3/2 klaszter, a 4/2 klaszternek a 3/3 klaszter felel meg. Az új bon-

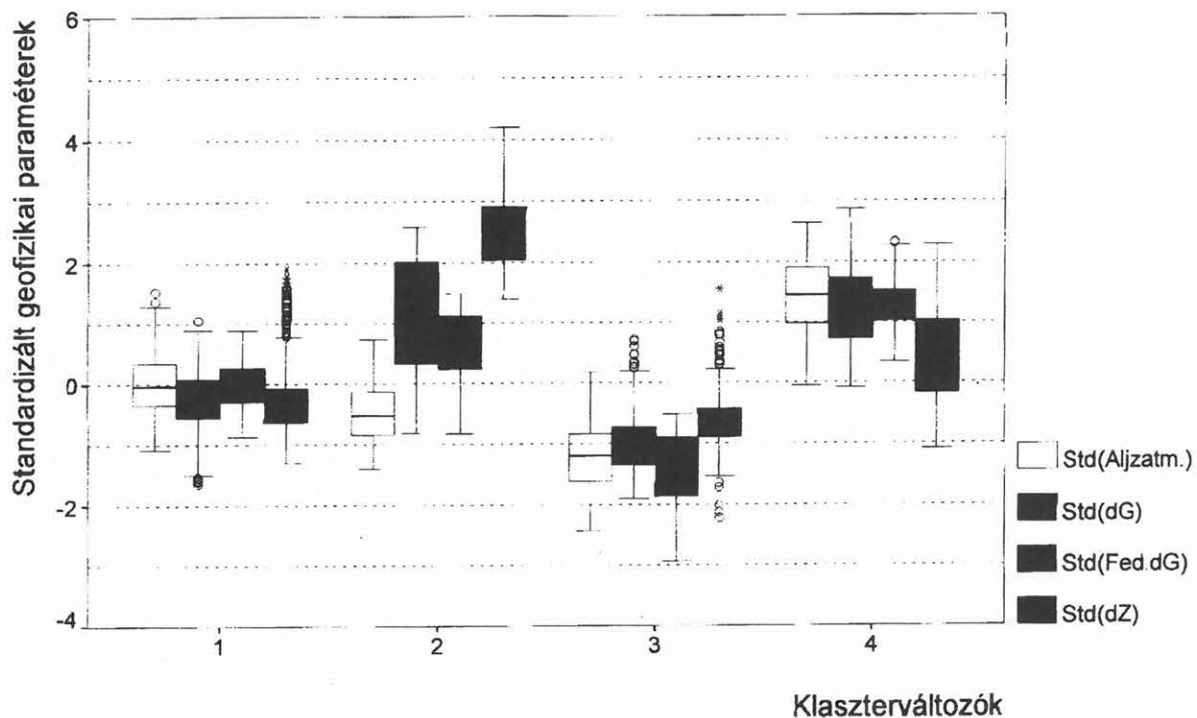
tásban a 3/1 klaszter oszlik két részre (4/1 és 4/3). A 4/3 klaszterben a Pusztaföldvár–Battonyai gerinc területe különül el az ÉNy-i jellegtelen zónától (4/1 klaszter). A boxplot (11. ábra) mutatja, hogy a 4/3 klaszterben valamennyi vizsgált paraméter standardizált értéke negatív, míg a 4/1 klaszterben nulla körüli.

Öt klaszter esetén (8. ábra: térkép, 16. ábra: boxplot) a változás a terület ÉNy-i részét (négy klaszternél a 4/1 klaszter) érinti. Az új klaszterbe (5/2) a lokális mágneses anomália sáv és környezete kerül. A boxplot (12. ábra) szerint a továbbra is nulla körüli standardizált paraméter értékeket tartalmazó 5/1 klaszter mellett az 5/2 klaszterben a standardizált értékek általában enyhén negatívak, de pozitív mágneses anomáliákkal.

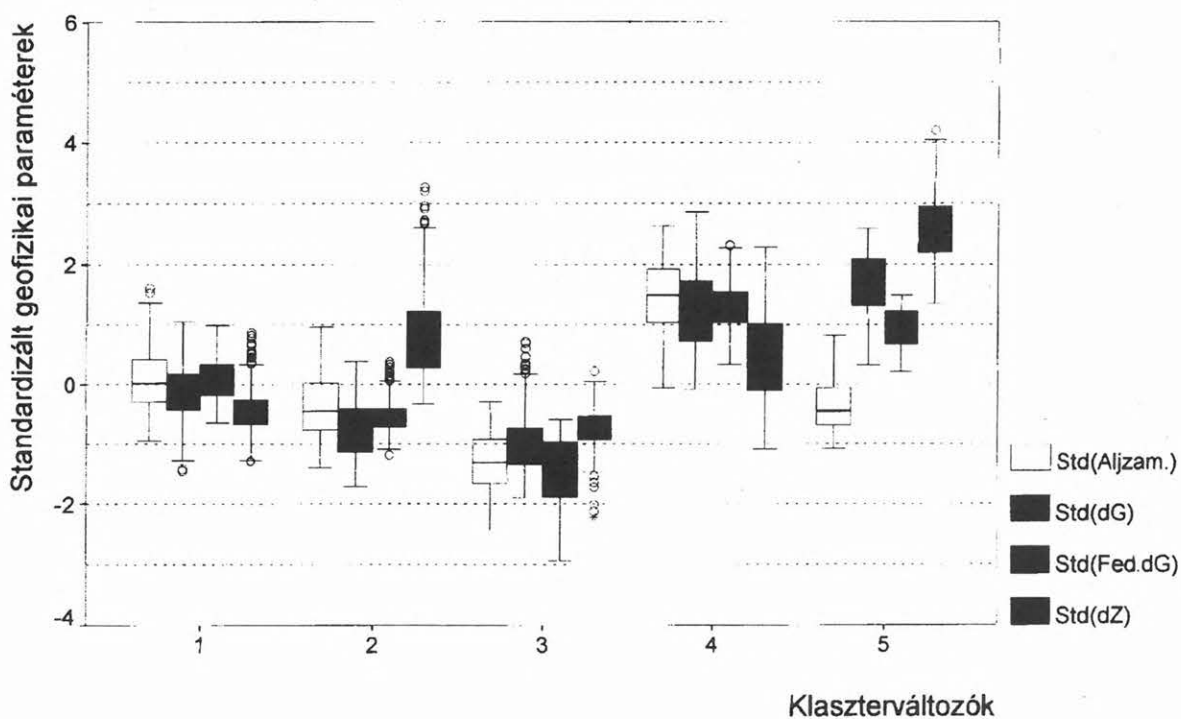
A szerkezeti egységekkel a 4-klaszteres felosztás mutatja a legtöbb hasonlóságot, így a továbbiakban ennek vizsgálatára szorítkozunk.

A 11. ábrát tovább vizsgálva, ahol az aljzattérség, dG, fedetlen dG és dz adatok boxplotjai szerepelnek a meghatározott négy klaszterre vonatkozóan, jól látható, hogy nincs szignifikáns eltérés a dG adatok 2. és 4. klaszterekre, és a dz adatok 1. és 3. klaszterekre vonatkozó átlagértékei között.

A paraméterek páronkénti kapcsolatát szemlélte-tik a 13.–17. ábrák korrelációs diagramjai. A diagramok a standardizált adatok eloszlását mutatják. Az átló menti négyzetek tartalmazzák a paraméter



11. ábra. Geofizikai paraméterek boxplotjai 4-klaszteres felosztás esetén
 Fig. 11. The boxplots of geophysical parameters in the case of 4-cluster classification



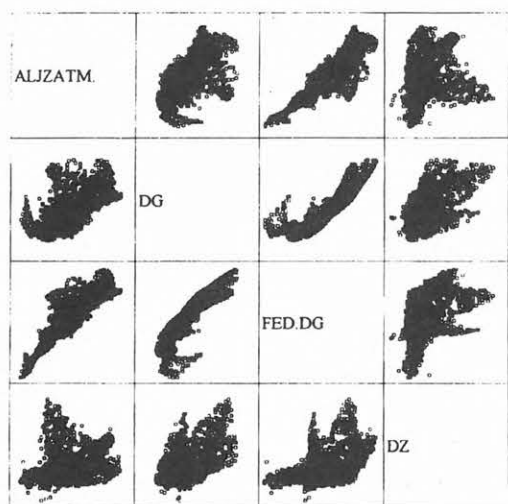
12. ábra. Geofizikai paraméterek boxplotjai 5-klaszteres felosztás esetén
 Fig. 12. The boxplots of geophysical parameters in the case of 5-cluster classification

megnevezését, melynek alapján a megfelelő sor és oszlop metszésében találjuk az adott adatpárra vonatkozó diagramot.

A 13. ábra a teljes adatrendszerre vonatkozik. Valamennyi adatpár esetén azt tapasztaljuk, hogy valószínűsíthetően eltérő korrelációs összefüggések

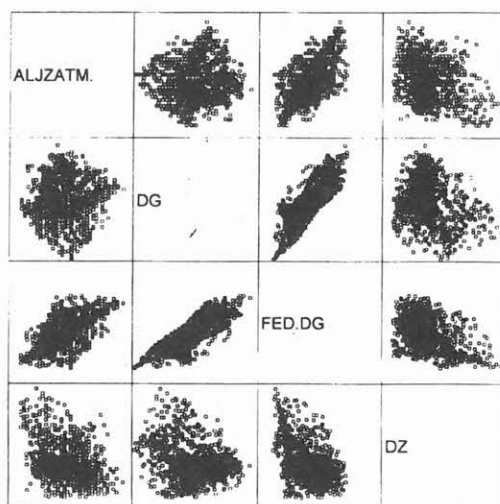
szuperponálódtak egymásra. A 14. ábra a 4/1 klaszter adatainak korrelációs viszonyait tükrözi (a 7. ábra legsötétebb területe). A terület jellegtelen-ségének megfelelően csak a Bouguer-anomáliák és a fedetlen gravitációs anomáliák között tapasztalunk erős korrelációt. Az aljzattméltség és a Bouguer-anomáliák a pontok egy részén korrelálnak, a többi adat esetében az ábra korrelálatlan pontfelhőket mutat. A 4/2 klaszterben (az Algyői kiemelkedés területe, 15. ábra) a korrelációs viszonyok meghatározását a kis adatszám nehezíti, a Bouguer-anomáliák és a fedetlen gravitációs anomáliák közötti jó korreláció mellett úgy tűnik, hogy a mágneses és gravitációs anomáliák között gyenge

pozitív, míg a mágneses anomáliák és az aljzattméltség között gyenge negatív korreláció tapasztalható. A 4/3 klaszterben (Pusztaföldvár–Battonyai gerinc, 16. ábra) a legjobb (pozitív) korreláció az aljzattméltség és a fedetlen gravitációs anomáliák között mutatható ki. Mivel a terület mágnesesen anomáliamentes, a vizsgált paraméterek a mágneses anomáliáktól függetlenek. A 4/4 klaszterben (Békési-medence és Makói árok, 17. ábra) a mágneses anomáliák valamennyi vizsgált paraméterrel pozitív korrelációt mutatnak. Az aljzattméltség és a gravitációs anomáliák között az összefüggés összetett, úgy tűnik, hogy pozitív és negatív korreláció egyaránt jelen van.



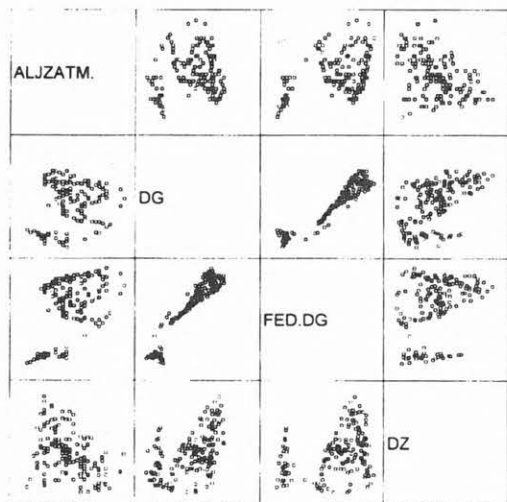
13. ábra. A geofizikai paraméterek crossplotjai (az összes adat figyelembevételével)

Fig. 13. The crossplots of geophysical parameters from all data



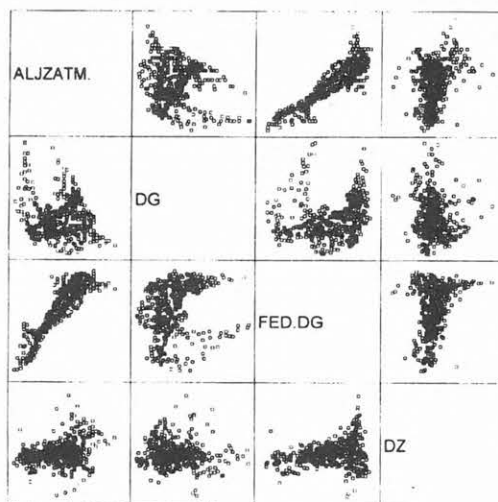
14. ábra. A geofizikai paraméterek crossplotjai (az 1. klaszter adatainak figyelembevételével)

Fig. 14. The crossplots of geophysical parameters from data of 1. cluster



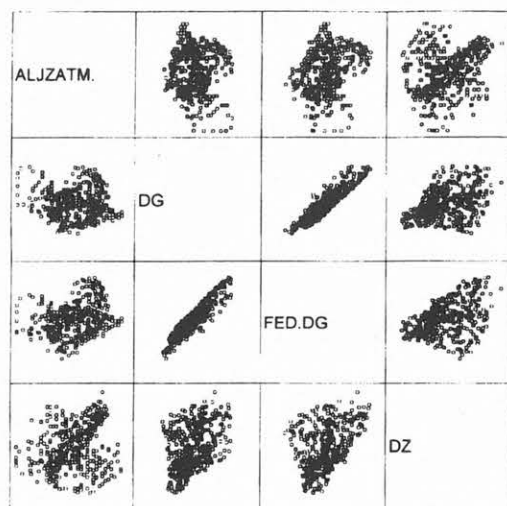
15. ábra. A geofizikai paraméterek crossplotjai (a 2. klaszter adatainak figyelembevételével)

Fig. 15. The crossplots of geophysical parameters from data of 2. cluster



16. ábra. A geofizikai paraméterek crossplotjai (a 3. klaszter adatainak figyelembevételével)

Fig. 16. The crossplots of geophysical parameters from data of 3. cluster



17. ábra. A geofizikai paraméterek crossplotjai
(a 4. klaszter adatainak figyelembevételével)

Fig. 17. The crossplots of geophysical parameters
from data of 4. cluster

A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a klaszter analízis a geofizikai értelmezés hasznos eszköze lehet. Mint tapasztaltuk, a teszterület klaszterei a földtani szerkezet egységeit területileg követik, az adatok klaszteren belüli elemzése pedig segítséget nyújt a szerkezeti egységek geofizikai sajátosságainak megismerésében.

HIVATKOZÁSOK

- ANDERBERG H. R. 1973: Cluster analysis for application. New York, Academic Press
- KILÉNYI É., ŠEFARA J. 1991: Pre-tertiary basement contour map of the Carpathian basin beneath Austria, Czechoslovakia and Hungary. Geophysical Transactions **36**, enclosure
- KOVÁCSVÖLGYI S. 1994: Az ELGI gravimetriai adatbázisa. Magyar Geofizika **35**, 1, 44–47
- KOVÁCSVÖLGYI S. 1995: DK-Magyarország gravitációs és földmágneses anomáliáinak értelmezése. Magyar Geofizika **36**, 3, 198–202
- MILÁNKOVICH A. 1995: Jelentés a gravitációs, földmágneses, geoelektromos és mérnökgeofizikai adatbázis fejlesztéséről. MGSz Geofizikai Adattár, AD. 1430
- POSGAY K., BODOKY T., HEGEDŰS E., KOVÁCSVÖLGYI S., LENKEY L., SZAFIÁN P., TAKÁCS E., TÍMÁR Z., VARGA G. 1995: Asthenospheric structure beneath a Neogene basin in south-east Hungary. Tectonophysics **252**, 467–484
- POSGAY K., TAKÁCS E., SZALAY I., BODOKY T., HEGEDŰS E., J. KÁNTOR I., TÍMÁR Z., VARGA G., BÉRCZI I., SZALAY A., NAGY Z., PÁPA A., HAJNAL Z., REILKOFF B., MUELLER S., ANSORGE J., DE IACO R., ASUDEH I. 1996: International deep reflection survey along the Hungarian Geotransverse. Geophysical Transactions **40**, 1–2, 1–44

Javaslat mélyszeizmikus kéreg- és felsőköpeny-kutató szelvény elkészítésére DNY-Dunántúl térségében

A nemzetközi kooperációban végzett K- és DK-alföldi litoszféra-kutatások (amelyek POSGAY Károly vezetésével folytak 1991-től) sikere nyomán vetődött fel bennem az a gondolat, hogy a Dunántúl DNY-i részén is milyen nagy szükség lenne magnetotellurikus mérésekkel kombinált kismélységi mélyreflexiók kutatásának elvégzésére.

A DNY-dunántúli régióban a több mint hat évtizedes szénhidrogén-kutatások nyomán a fiatal (jó részt neogén) üledéktakaró elég részletesen ismert. A pretercier alaphegység belső felépítéséről, szerkezetéről már jóval kevesebb információval rendelkezünk. A kéregről és a köpeny-litoszféráról viszont ebben a térségben gyakorlatilag nincsenek ismereteink. A MOHO mélységtérképén [POSGAY et al. 1989] a Dunántúl DNY-i része „fehér folt”.

Ez az indoka, hogy a következőkben javaslatot teszek egy *ÉNY-DK irányú, Vas-hegy-Körmend-Zalaegerszeg-Nagykanizsa-Csurgó vonalában húzódó, kb. 120 km hosszúságú mélyszeizmikus szelvény elkészítésére*. Röviden vázolom azt a tektonikai keretet, melynek változatos stílusjegyei indokolták ennek a szelvénynek a megvalósítását.

A szelvény specialitása az lenne, hogy a Keleti-Alpok, valamint a Déli-Alpok-Dinaridák között „beszűrődő” DNY-pannon régióban három mélytörési zónát és több szerkezeti egységet szelne át. A szelvény a Penninikumtól (Vas-hegy) indulna, átszelné a Rába-vonal és a Balaton-vonal között elhelyezkedő Drauzug-Dunántúli-középhegység szerkezeti egységet, majd áthaladna a Balaton-vonal és a Közép-magyarországi-vonal (Zágráb-Gyékényes-Kapos-vonal) közötti Közép-dunántúli oldaleltolódás-folyosón és ráfutna a Dráva menti kristályos pala komplexumra.

A DNY-pannon régió szerkezeti stílusa rendkívül komplikált: az egymást követő újabb és újabb feszültség-mezők a megelőző szerkezeti képhez mindig új elemeket adtak hozzá, ami a szerkezeti örökség kibogozását igen nehézvé teszi. Extenziós, kompressziós, oldal-eltolódásos és transzpressziós stílus-elemek ebben a régióban kulcsszerepet játszottak.

A Vas-hegy-Csurgó mélyszeizmikus litoszféra-kutató szelvény várható információtartalma rendkívül nagy lenne, mert viszonylag kis területen belül rétegtani és szerkezeti szempontból egymástól je-

lentősen eltérő övezeteket tárna fel, azok belső és mélyszerkezetének megismerését segítené elő.

A szelvény a Vas-hegy Penninikumától (Kőszeg-Rohonci összlet), ill. a felső kelet-alpi takarók részét képező szentgotthárdi metamorf övtől (a Scheffer-féle „Dél-burgenlandi küszöb”-től) indul. Áthalad a Rába-vonal mélytörés övezetén, mely a Mihályi környéki geokémiai adatok szerint [KONCZ 1989] feltehetőleg az egész kérget átszeli. A Rába folyóval közel párhuzamos, Körmend környéki preneogén mélyzónán áthaladva ráfut a Zalaegerszegtől Ny-ra elhelyezkedő, a Dunántúli-középhegység mélybeli folytatását képező, több ezer méter vastag mezozoós, főleg karbonátos kőzetekből álló, Salomvár-Nagylengyel környéki alaphegység-rögrendszerre. Ezt átszelve, harántolja a keskeny Nova-Bak pretercier árok szerkezetet. Továbbhaladva DK felé, a dunántúli-középhegységi kifejlődésű, mezozoós karbonátos Hahót-i magasrögvonalat és a Pusztamogyoród-Gelse környéki tonalit övet harántolja. A Hahót-i nagyszerkezet déli szárnyán a fácies elemzések a mezozoós alaphegység déli vergenciájú takarós szerkezet-alakulását sejtetik. Az oldal-eltolódásos, mélytörés jellegű Balaton-vonalat és a Budafa-Oltárc-Nagykanizsa vonalában húzódó pretercier árok szerkezet átszelve, a vonal a Kalnik-hegység mélybeli folytatását képező Inke-i nagyszerkezet térségébe jut, ahol a relatíve kiemelt helyzetű, tektonikailag erősen igénybe vett, dinári kifejlődésű mezozoós karbonátos rögszerkezeteken (Pátró, Liszó, Pat) halad át. Ezután következik egy keskeny árok szerkezet, a Gyékényes-Inke-i mélyzóna, mely 3 km vastagságot is elérő, posztrogén molassz jellegű miocén üledéksorral kitöltött tipikus „üledékcsapda”. A Gyékényes-Inke-i árok déli peremét a falszerűen kiemelkedő prealpi polimetamorf kristályos pala komplexum alkotja (Szena-Kutas), melyről a miocén árokképződés extenziós mozgásai során metamorf kőzettömegek csúsztak le északi irányban. (Az Inke-I. sz. nagymélységű fúrásban a miocén és a felső triász üledékek között ősi metamorf tömeg települ!) Itt, a szelvény DK-i végén (Gyékényes-Csurgó) tehát a gravitációs csúszásos tektonikai stílust lehet majd tanulmányozni, valamint a Közép-magyarországi oldal-eltolódásos mélytörési öv egy szakaszát lehet vizsgálni.

Milyen kutatási célokat kellene megvalósítani?



A Kárpát-medence pretercier medencealjzatának szintvonalas mélységtérképe Ausztria, Csehszlovákia és Magyarország alatt, M=1:500 000 [KILÉNYI et al. 1989] — részlet a DNY-dunántúli régióról

1) A pretercier alaphegység, a kéreg, a MOHO-diszkontinuitás és a felső köpeny szerkezeti és mélységviszonyainak megismerése

2) A nagyszerkezeti összefüggések pontosítása

3) Mélytörés-övezetek, tektonikailag töredezett-roncsolt zónák vizsgálata, melyek mentén

— különféle litoszféra-fragmentumok érintkezése jött létre,

— bonyolult szerkezeti mozgások (pl. transzpresszió) játszódtak le,

— nagy hőmérsékletű geotermális fluidumok feláramlása alakulhatott ki

4) A mezozoós karbonátos alaphegységben amplitúdó anomáliák keresése, melyek szénhidrogén-előfordulások és túlhevített geotermikus rezer-voárok meglétének lehetőségére utalhatnak. (Különösen érdekes lehet ilyen szempontból Nagylengyel mély- és nagymélységű szintje, a Budafa-Nagykanizsa-i árok északi peremvidéke, Nagykanizsától K-re, Pat térsége.)

A javasolt DNy-dunántúli mélyszeizmikus szel-vény (és a magnetotellurikus mérések) megvalósítá-sa az EUROPROBE alapkutatási együttműködés PANCARDI projektje keretében történhetne, a szomszédos országok (Ausztria, Szlovénia, Horvát-ország) szakembereinek bevonásával, illetve köz-reműködésével.

Németh Gusztáv
ny. okl. geológus,
az MFT, MGE, OMBKE és az MGtE tagja

NÉMETH kolléga javaslatával egyetértek. A ki-lencvenes évek elején közel hasonló nyomvonalon terveztünk mélyreflexiós méréseket, melyeket oszt-rák és olasz együttműködésben kívántunk megvaló-sítani. Az előzetes tervek készítésénél mi is kis frekvenciás metodikára gondoltunk. Úgy ítéltük meg, hogy kellő jel/zaj eléréséhez a zalai dombvi-déken 100 m körüli, esetleg helyenként még ennél is mélyebb robbantólukakra lenne szükség, ami annyira megnöveli a kivitelezési költségeket, hogy azok előteremtésére sem itthon, sem külföldön nem láttunk reális esélyt. A tervek megvalósítását ezért elhalasztottuk.

A NÉMETH kolléga javaslatában leírt célok és ér-vek véleményem szerint évek múlva is jók és érde-kesek lesznek. Örülök annak, hogy a *Magyar Geo-fizikában* a javaslat megjelenik, mivel a PGT szel-vények tanúsága szerint a megfelelően kivitelezett mélyreflexiós mérések olyan szerkezeti összefüggé-sekre is rávilágítanak, melyek a pretercier korú szénhidrogén-tároló szerkezetek felismeréséhez új adatokat tudnak nyújtani.

Köszönöm a Magyar Geofizika szerkesztőinek, hogy alkalmat adtak véleményemnek NÉMETH kol-léga javaslatával egyidejű közlésére.

Posgay Károly

HÍREK, BESZÁMOLÓK

LÁTOGATÁS KUNETZ GÉZA OTTHONÁBAN

KUNETZ Géza nevét az elektromágneses geofizikát művelő kutatók világszerte ismerik. Ő volt az, aki egy francia kollégájával együtt megadta a legalapvetőbb kétdimenziós feladat analitikus megoldását. Tanulmányuk [I. D'ERCEVILLE, G. KUNETZ 1962: The effect of a fault on the Earth's natural electromagnetic field. *Geophysics* 27, 666–676] évtizedeken át szolgált támaszként a numerikus modellezéssel foglalkozók számára. KUNETZ Gézának egy másik sokat hivatkozott cikke [G. KUNETZ 1972: Processing and interpretation of magnetotelluric soundings. *Geophysics* 37, 1005–1021] a látszólagos fajlagos ellenállás meghatározására kínál különleges megoldást. (Több mint érdekes — hiszen fontos új eredmények lehetőségét vetíti előre — az a tény, hogy az utóbbi időben mind a függőleges határfelülettel elválasztott két térszöglet megoldására, mind pedig a közvetlen időtartománybeli feldolgozásra megnőni látszik a hivatkozások száma.)

Párizsi utazásaim során már többször szerettem volna tiszteletemet tenni KUNETZ Gézánál, de vagy az idő bizonyult túl kevésnek, vagy nem vette fel senki a lakásban a telefont. Ezúttal minden „összejött”, sőt a véletlen úgy hozta, hogy az ajtócsengő az MGE idei közgyűlésének kezdési időpontja táján szólalt meg.

Aki már — akár egyszer is — járt Párizsban, bizonyára alaposan ismeri a Quartier Latint. Nos, KUNETZ Gézáék otthona ADY kedvenc párizsi tartózkodási helyétől, a Cluny kávéháztól talán száz méterre sincs, egy jellegzetes Boulevard St. Germain-i házban.

Madame KUNETZ nyitott ajtót, majd pillanatokon belül megjelent a híres magyar származású matematikus–geofizikus is egy természetes, de barátságos eb kíséretében. Meglepetésként hatott, hogy az utcai zajoktól négy emeletnyi magasságban már micsoda nyugalom honolt.

Mindketten teljes testi-lelki egészségnek, tökéletes szellemi frissességnek örvendnek, ami nem kis szó, hiszen már nem fiatalok: az idén ünneplik 60. házassági évfordulójukat. KUNETZ Géza nyugalomba

vonulása (1975) óta filozófiával foglalkozik, a matematikáról–geofizikáról tudatosan lemondott. Maradék idejét leköti a lakás falait elborító tányergyűjtemény rendezgetése és a Párizstól 60 km-nyire levő birtokon a facseteték nevelése. No és mindenekelőtt a nagyapai–dédnagyapai kötelességek: a magyar–francia házaspár öt gyerekkel, tizenhárom unokával, s — mire ez a beszámoló megjelenik, már — három dédunokával büszkélkedhet.

Anyanyelvét KUNETZ Géza tökéletesen megőrizte, pedig már kétharmad évszázada annak, hogy Franciaországban él. (Szabadkán letett érettségijét követően még 1931-ben emigrált Jugoszláviából.) Sanyarú körülmények között élő vajdasági rokonságát ma is rendszeresen támogatja és látogatja. Rendszerint — még néhány éve is — saját autóját használta, csak mostanában vált repülő- és vonatjegyet.

KUNETZ Géza az emlékek felelevenítését KÁNTÁS Károly és EGYED László nevével kezdte. A német PORSTENDORFERT doktoranduszként ismerte és VERŐ József, az MTA levelező tagja — akivel levelezésben állt — számára még ma is fiatalember. (E sorok írója — beleszédülve ebbe a 40–50 évvel ezelőtti perspektívába — egy pillanatra arra gondolt, hogy KUNETZ Gézától több mint 2π fáziskésés választja el, hiszen dolgozni csak az ő nyugalomba vonulása után kezdett.)

Az elektromágneses módszerekről e napfényes péntek délután kevés szó esett. Ehelyett megkaptam KUNETZ Gézától az egyik legértékesebb párizsi címet: a szalámi mellett magyar borokat és édességet is árusító magyar hentes címét. A konyhában mindjárt meg is kóstoltam a Suba-házból vásárolt diós és mákos beiglit: mindkettő ugyanolyan tökéletes, mint-ha itthon készült volna.

KUNETZ Gézát a Magyar Geofizikusok Egyesülete 1976-ban tiszteleti tagjává választotta. 21 évvel később, 85. születésnapja közeledtével tisztelettel és szeretettel köszöntjük a francia és a magyar geofizika nagy egyéniségét.

Szarka László



AZ ERDÉLYI MAGYAR MŰSZAKI TUDOMÁNYOS TÁRSASÁGRÓL

Szerkesztőségünk 1996 decemberében az alábbi levelet kapta HORVÁTH Erikától, az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság ügyvezető főtítkárától:

„Tisztelt Szerkesztőség!

Az 1990 januárjában megalakult Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság — EMT — az egyike az egész Erdélyt átfogó egyesületeknek, amelyek legfontosabb célkitűzése, hogy szervezett formában támogassa tagjai és más érdeklődő tudományos továbbképzését, ápolja a szakmai anyanyelvet, szakszerű magyar nyelvű tájékoztatást nyújtson. Aktiv tagjainak száma meghaladja a 700 főt, akiknek nagy része mérnök, illetve tanár (fizika, kémia, számítástechnika). Szakkönyvtárunk leltárán tagságunk érdeklődési körének megfelelő könyvek és folyóiratok szerepelnek.

Azzal a kéréssel fordulunk önökhöz, hogy amennyiben lehetőségük van rá, könyvtárunk számára küldjenek néhány számot megjelenő lapszámaikból. Meggyőződésünk, hogy ez jelentős mértékben hozzájárulna szakembereink jobb tájékoztatásához, szakmai kapcsolataik kiépítéséhez, illetve ápolásához. Tagtársaink örömmel és lelkesedéssel lapozgatnák ezt a számunkra értékes kiadványt. Könyvtárunknak nagy szüksége lenne erre a folyóiraatra, köszönettel fogadnánk küldeményüket. Amennyiben lehetőségük van egy folyóiratról több példányt is rendelkezésünkre bocsátani, ezekből eljuttatnánk fiókszervezeteinknek is, melyek Erdély szerte működnek.

Társaságunk jobb megismerése érdekében az EMT 1996-os ismertetőjét mellékeljük levelünkhöz. Ebből tudomást szerezhetnek működő fiókszervezeteinkről, szakosztályainkról, szerteágazó tevékenységünkről.

Kérjük, lehetőségeik szerint 1997-ben küldjék el kiadványukat könyvtárunk számára. Szívességüket előre is köszönjük, tisztelettel,

Horváth Erika,
ügyvezető főtítkár”

A levélre Egyesületünk elnöke, ORMOS Tamás gyorsan reagált — 1997 februárjában már az alábbi köszönőlevelet kaptuk Kolozsvárról:

„Magyar Geofizikusok Egyesülete
Dr. Ormos Tamás elnök

Tisztelt Elnök Úr!

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság — EMT — tagsága nevében köszönjük küldeményüket, néhány héttel ezelőtt megkaptuk könyvtárunk számára küldött Magyar Geofizika folyóirat 1996-os számait. A geofizika területén tevékenykedő erdélyi szakemberek számára egyesületük jóvoltából szakfolyóiratuk hozzáférhető lesz az EMT kolozsvári központjának titkárságán is.

A Magyar Geofizikusok Egyesületének romániai magyar geofizikus kollégákkal való kapcsolattialakítási kezdeményezését továbbítjuk az EMT Földmérő Szakosztály vezetőjének.

Havonta megjelenő Tájékoztatónk, mely aktuális rendezvényeinket ismerteti, folyamatosan megküldjük Önöknek.

Tisztelettel,

Horváth Erika
ügyvezető főtítkár”

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság
rövid ismertetése, alapelvei és célkitűzései

Az EMT 1996-os ismertetője a következő Előszóval kezdődik:

„Hálás feladat egy alig hat éves társaság névjegykártyájának is tekinthető ismertetőhöz előszót írni akkor, amikor van miről írni. Mert ha egy pillantást vetünk a '95-ös eseménynaptárra, ahol »kipipálhattunk« minden megtervezett eseményt és rendezvényt, akkor nyilvánvaló, hogy az a szervezet, amely ilyen tevékenységre képes, túljutott a kezdeti nehézségeken, és tagjai lelkes tevékenysége révén helyet követelhet magának az erdélyi civil társadalomban. Nekünk a fennmaradásért és a felemelkedésért vívott küzdelemben a kultúra kell hogy legyen a legfőbb fegyverünk. Hozományunkkal nem kell szégyenkeznünk, hiszen a transzformátor, a porlasztó, a C-vitamin, a hologram, a televízió, a BASIC nyelv, a számítógép elvének feltalálói mind a mi nyelvünket vallották anyanyelvüknek.

Nekünk, a műszaki tudományok művelőinek követnünk kell az egyik legnagyobb magyar tudós, Bolyai

János szavait: »... már most nem durva erővel, hanem műveltséggel kell igyekeznünk kitűnni.«

Az EMT fő célkitűzéseinek egyike éppen az, hogy a szakmai műveltség megszerzéséhez lehetőséget és kereteket teremtsen. Ezt szívósan, lépésről lépésre kell létrehozni tagjai számára, nem kevés nehézség, közöny és akár érdektelenség ellenére is.

Az EMT-nek erre a kiadványra azért van szüksége, hogy azok, akik kíváncsiak és érdeklődéssel figyelik erőfeszítéseinket, megszerezhessék belőle a legfontosabb információkat. Ha ennek a célnak megfelel, akkor a ráfordított munka és költség nem volt hiábavaló. Ami a nehézségeket illeti, hadd idézzem Neumann Jánost: »Az egyetlen szilárd tény, hogy a nehézségek a hasznos és építő, de ugyanakkor veszedelmes fejlődésnek tulajdoníthatók.« Igaz, hogy ő ezt a technikai haladásra értette, de elfogadhatjuk általános érvényűnek. Kívánom, hogy az EMT tagsága kerekedjen felül az átmeneti nehézségeken. Ehhez, Neumannt idézve: »türelem, rugalmasság, intelligencia« szükséges.

*Dr. Fodor Alpár
az EMT elnöke*

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság a műszaki és természettudományokat művelő szakemberek önkéntes belépés által létrehozott szervezete. Alapelve: Teljes jogegyenlőség, a nemzeti hagyományok és kultúra kölcsönös tiszteletben tartása, megértés, kölcsönös elismerés és bizalom kell hogy jellemezze a többség és kisebbség viszonyát.

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság célkitűzései:

1) A romániai magyar műszaki és természettudományos szakemberek tevékenységének összehangolása és a magyar szaknyelv ápolása.

2) A tagok tudományos ismereteinek bővítése, szakmai továbbképzése és szakmai kapcsolatainak ápolása. Kommunikációs híd létrehozása Románia, Magyarország és más országok műszaki és természettudományos élete között.

3) Kölcsönös tájékoztatást lehetővé tevő szakértői hálózat adatbázisának létrehozása.

4) Műszaki és természettudományos folyóiratok kiadása és terjesztése. A romániai magyar nyelvű műszaki könyvkiadás szakvéleményezése.

5) Számítógépes hálózaton keresztül hazai és külföldi adatbankok elérése és hasznosítása.

6) Hazai és külföldi ösztöndíjakkal, továbbképzési lehetőségekkel kapcsolatos információk közvetítése.

7) Pályázatok kiírása és a tudományos alkotás ösztönzése.

8) Szakmai viták, találkozók és vándorgyűlések szervezése.

9) Magyar nyelvű műszaki és természettudományos ismeretterjesztő szabadegyetemi előadások szervezése, kisiparosok szakmai képzése, fiatalok pályaválasztási tanácsadása, szakmai átképzése.

10) Helyi és nemzetközi könyvkölcsönzési szolgálat megszervezése.

11) Felkérésre műszaki kérdésekben szakértői véleményezés.

12) Kapcsolattartás a romániai magyarság érdekvédelmi szervezeteivel.

13) A tagok által megvalósított és felajánlott műszaki alkotások iparjogi védelme a Társaság javára.

Az MMÉV-EMT-ről

Az MMÉV-EMT az EMT keretein belül működő elit csoport, amely a Tudományos Tanácsadó Testület szerepét tölti be az EMT életében. A csoport kialakulása hosszantartó tárgyalások eredménye — amely által a társaság csatlakozik a Magyar Mérnökök és Építészek Világszövetségéhez. Az MMÉV-EMT a Világszövetség Torontóban elfogadott Alapszabálya szerint működik, szorosan együttműködve a MMÉV Magyarországi Egyesületével. A testület célja a Világszövetség keretében:

a) A világban szétszórta élő mérnökökkel, építészekkel és természettudományos szakemberekkel való kapcsolattartás, szakmai tevékenységük nyilvántartása.

b) A tagok tudományos ismereteit az igényesség szellemében bővítse, és szakmai kapcsolatait ápolja.

Az MMÉV-EMT felvállalta a Kárpát-medence államaiban munkálkodó magyar kutatók és fejlesztők támogatását. Ebben a komoly és szigorú szakmai igényességgel végzett munkában támaszkodni kíván az illető ország magas szintű MMÉV szervezetére, jelen esetben az MMÉV-EMT-re.

Az EMT szakosztályai és fiókszervezetei

Szakosztályok: Faipari, Számítástechnikai, Fizika, Földmérési, Gépészeti, Kémia, Környezetvédő, Erdészeti, Építészeti, Élelmiszeripari, Matematika.

Fiókszervezetek működnek Kolozsváron, Sepsiszentgyörgyön, Marosvásárhelyen, Kézdivásárhelyen, Székelyudvarhelyen, Brassóban, Nagyváradon, Gyergyószentmiklóson, Szatmárnémetiben és Temesváron.

A Társaság angol neve: Hungarian Technical Sciences Society of Transsylvania

Székhelye: Kolozsvár, 1989. December 21. sugárút 116.

Postacím: RO-3400 Cluj-Napoca C.P. 1-140.

Telefon és fax: (40-64)194-042

Telefon: (40-64)190-825

E-mail: emt@utcluj.ro

Tóth Lajos

FELHÍVÁS

A MTESZ Tudomány- és Technikatörténeti Bizottságának szándékában áll egy Technika-, Tudomány- és Ipartörténeti Kataszter összeállítása. Ehhez az alábbiakban körvonalazott munkához kérjük tagjaink, csoportjaink, az egyes geofizikai intézmények segítségét.

A kataszter célja tulajdonképpen olyan lelőhelyek összeállítása, felsorolása, ahol az egy-egy tudományágban alkotó személyek emlékeit, továbbá ipari és tudományos tevékenységek emlékeit őrzik. Ide tartoznak az eszközök, műszerek, mérési eredmények csakúgy, mint az épületek, berendezések és más relikviák is. A munka eredménye egy térképszerű áttekintés lesz, amelyen minden olyan helyszín be van jelölve, ahol valamilyen műszaki vagy tudományos tevékenység — esetleg egy személyhez kötődő — emlékei megtalálhatók. A térképet egészíti ki majd a magyarázó szöveg arról, hogy milyen emlékek találhatók, tekinthetők meg az egyes helyeken.

Vidéki csoportjainkhoz, az egyes intézményekhez, vállalatokhoz tartozó tagtársainkat kérjük, hogy segítsenek a kataszter geofizikai részének összeállításában.

Rövid néhány soros, lexikonszerű ismertetéseket várunk, hogy milyen intézményről, emlékről, tárgyról (eszköz, emléktábla, síremlék stb.) van szó, hol található, mivel foglalkozik, megtekinthető vagy sem, látogatásához engedély szükséges vagy sem stb. Kérjük valaha volt nevesebb geofizikusaink adatait is

(születési és halálozási hely, dátum, tevékenységük néhány közérthető mondatban összefoglalva).

A nem geofizikai jellegű, de geofizikai emlékeket is tároló intézmények (pl. Olajipari Múzeum, Bányászati Múzeum) emlékeinek felsorolását a területileg érdekelt MGE-csoport tagjaitól várjuk.

Az elkészülendő kataszter mint útikönyv is használható lesz, egyes országrészek meglátogatása során ez adna tájékoztatást iskolai vagy más programok összeállításához.

Úgy gondoljuk, a kataszterhez való hozzájárulásunk segítheti a geofizika megismertetését a szélesebb közvéleménnyel.

A rendelkezésre álló adatokat az MGE-irodájába kérjük küldeni (tel., fax: (1)201-9815), vagy kérjük JESCH Aladár (tel. (93)313-140/71215), ill. SZABÓ Zoltán (tel. (1)252-4999) figyelmét felhívni. Ők, mint a MTESZ Tudomány- és Technikatörténeti Bizottságának tagjai, az MGE részéről szívesen adnak további tájékoztatást remélhetőleg minél több érdeklődő és aktív tagtársunknak.

Befejezésül még egyszer hangsúlyozni kívánjuk, hogy nem értekezéseket, hanem csak tömör, lényegre törő néhány mondatos információkat várunk (kiegészítésre szoruló részinformációk is hasznosak lehetnek).

Jesch Aladár,
Szabó Zoltán



KONFERENCIA-ELŐZETES

A New trends in exploration and production of hydrocarbons 3. nemzetközi konferenciájára 1997. október 20–22. között kerül sor a Cseh Köztársaságban, Luhačovice városban (Dél-Morvaország). A konferencia fő témái: a szénhidrogén-kutatás és -termelés legújabb eredményei, a környezetvédelem, valamint a kimerült lelőhelyek újrahasznosítása. Hivatalos nyelvek: cseh (szlovák), angol, orosz.

Részletes tájékoztatás kérhető az alábbi címen:
Mrs. Olga Solaříková,
Executive Secretary, Czech Oil and Gas Association
Sokolská 4, 12000 Praha 2, Czech Republic
Tel./Fax: +420 2 242 611 89
+420 2 242 624 04

Tóth Lajos

In Memoriam:

TRÓCSÁNYI GÁBOR

1935–1997



1997. május 4-én hosszantartó betegség után elhunyt kollégánk, barátunk, a Magyar Geofizikusok Egyesületének alapító tagja, TRÓCSÁNYI Gábor okleveles geofizikus.

Egy Tisza menti kis faluban, Nagyréven született 1935. május 27-én. Édesapja tanító volt falujában, ahol Gábor elkezdte iskoláit. Gimnáziumi éveit a mezőtúri általános gimnáziumban töltötte, majd 1953-ban felvették az *Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karára*, a geofizika szakra. 1957-ben végezte el egyetemi tanulmányait, a 1957 októberében került az olajiparhoz, az *OKGT Szeizmikus Kutatási Üzemhez* (a jelenlegi *GES Kft.* jogelődjéhez), ahol terepen mint szeizmikus észlelő dolgozott. Jó munkájának köszönhetően 1961 őszén tizenkettedmagával kiküldték az NDK-ba, ahol két évig dolgozott — szintén észlelőként — egy német szeizmikus csoportnál. Hazajövele után vezető észlelőként tevékenykedett, majd 1967 októberében — maradván továbbra is az olajiparban — munkahelyet s tevékenységet váltott. Ekkor került Szolnokra az *OKGT Nagyalföldi Kőolajkutató és Feltáró Üzemhez*, ahol felszíni geofizikusként a szeizmikus kutatások tervezésével, értelmezésével foglalkozott. Ez volt az az idő, amikor az alföldi szénhidrogén-kutatás, termelés erősen fellendülőben volt, s így Szolnokon is kezdték kiépíteni az erős, kutatáshoz értő geofizikus szakember gárdát. 1972-ben az akkor megalakult Felszíni Geofizikai Osztály vezetőjévé nevezték ki, s Gábor ebben a beosztásban dolgozott 1982 végéig. Ebben az időszakban igen nagy és igényes munkát végzett a fúrópont kitűzések előkészítésében, a döntéshozásban, szakmai alaposságának köszönhető jó néhány produktív szerkezet indikálása. Talán ez volt

életének legtermékenyebb szakasza, amit több kitüntetés is fémjelez. Nagy munkabírása, hihetetlen jó kapcsolatteremtő képessége, vidám, kiegyensúlyozott lénye mindig hatott munkatársaira, barátaira. Általános elismertségnek s szeretetnek örvendett az olajosok nagy családján belül, de nem volt ez másként baráti, ismerősi körben sem.

1983. január 1-én kinevezték a Személyzeti és Oktatási Önálló Osztály vezetőjévé, s ebben a beosztásban dolgozott 1986 májusáig, amikor is agyműtete után rokkantnyugdíjba ment. Nyugdíjasként azért még tovább tevékenykedett, a kutatás, tervezés területén tanácsadóként dolgozott, de egyre inkább elhatalmasodó betegsége ezt az utóbbi években már nagymértékben akadályozta. Tavaly novemberi újabb agyvérzése után ismét megpróbálta legyűrni betegségét. Már-már úgy tűnt, hogy ez sikerül is, de az újabb, alattomosan támadó kórral nem bírták felvenni a harcot. Nem bírták, pedig felesége — aki belgyógyász szakorvos — fantasztikus energiával és sok-sok szeretettel ápolta Gábor barátunkat. Talán kicsit rendhagyó módon, de úgy érzem, hogy itt meg kell köszönnünk feleségének is azt a rendkívüli odaadását, amivel küzdött Gábor életéért. Nem rajta múlt, hogy elvesztettük örökké jókedvű, másokon mindig segíteni akaró kollégánkat.

Gábort — a közel negyven évnyi olajos tevékenység után — a Kőolajkutató Rt. és a Geoinform Kft. saját halottjának tekintette, s május 9-i temetésén több száz tisztelője kísérté végső útjára. Mi, barátai, kollégái, ismerősei és rokonai is elbúcsúztattuk. Kedves emlékét, vidám arcát, barátságos lényét megőrizzük!

Gadó Károly

HORVÁTH ÁRPÁD

1920–1997

HORVÁTH Árpád a honvédség kötelékéből került a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetbe. A Szeizmikus Osztályon tevékenykedett mint észlelő. Munkája során részt vett a zalai olaj-, ill. a mecseki szénkutatásban. Közreműködött a kéregkutatás kezdeti időszakában folyt munkában is. Tagja volt a kínai expedíciónak. Munkáját mindig nagy odaadással, szeretettel és körültekintéssel végezte. Szívesen foglalkozott a fiatal technikusok betanításával, segítette őket a terepi viszonyokhoz való alkalmazkodás elsajátításában. Aktívan részt vett a téli műszerjavításokban. A terepi kutatás rejtelmeibe örömmel avatta be a nyári termelési gyakorlaton részt vett egyetemi hallgatókat. Bármilyen feladatot kapott is, azt mindig precízen, odaadással végezte.

Munkatársai szerették, jól ismerték kissé fanyar humorát, katonás magatartását.

Az ELGI-ből HORVÁTH Árpád az Építésügyi Minőségellenőrző Intézetbe (ÉMI) került. Itt eleinte a nagy forgalmú utak, hidak rezgésvizsgálatával foglalkozott. A Magyar Geofizikusok Egyesületének alapító tagja volt. Évtizedek múltán is nosztalgiával gondolt a régi szép terepi kutatási időkre. Lélekben mindvégig geofizikus maradt.

Nyugdíjazása után is, haláláig dolgozott. Nyugtalan, tenni akaró természetű ember volt. Szíve elfáradt, 77. születésnapja előtt két héttel érte a halál. Volt munkatársai és ismerősei megőrzik emlékét. Fájdalommal búcsúzunk tőle.

Lambert Ferenc



Scott Pickford Group

Production and Reservoir Geoscience Consultancy

**Scott Pickford is a leading provider
of Geoscience for
Integrated Reservoir Management Contracts.**

**Due to continued expansion we are seeking the following
staff for positions throughout the UK and internationally.**

GEOSCIENTISTS and ENGINEERS

We are seeking Geologists, Geophysicists, Petrophysicists and Reservoir Engineers to join our multi-disciplinary teams.

Candidates must be numerate and preferably computer literate. Oil Industry experience is useful but not essential.

These positions involve a high degree of individual responsibility in a technically challenging and stimulating environment. Successful applicants will be expected to demonstrate initiative and enthusiastically contribute to the team effort. We offer a very competitive salary package and training programme with opportunities for career advancement for satisfactory candidates.

Please apply with full CV to:
Martin Forster, Scott Pickford Group
256 High Street, Croydon CR0 1NF
Tel: +44 181 686 6051
Fax: +44 181 688 2374
Email: martinf@scopic.com